



**Ricardo André Pinto
de Sousa Ferreira**

**Avaliação da exposição da população portuguesa a
ruído ambiente**



**Ricardo André Pinto
de Sousa Ferreira**

**Avaliação da exposição da população
portuguesa a ruído ambiente**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica do Prof. António José Barbosa Samagaio, Professor Associado do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro



Universidade de Aveiro
2016

Departamento de Ambiente e
Ordenamento

**Ricardo André Pinto
de Sousa Ferreira**

**Avaliação da exposição da população
portuguesa a ruído ambiente**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica do Prof. António José Barbosa Samagaio, Professor Associado do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais, irmãos e à Liliana

o júri

presidente

Professora Doutora Maria Isabel Aparício Paulo
Fernandes Capela
Professora Associada do Departamento de Ambiente e
Ordenamento da Universidade de Aveiro

Professor Doutor António José Barbosa Samagaio
Professor Associado do Departamento de Ambiente e
Ordenamento da Universidade de Aveiro

Professora Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa
Professora Associada do Departamento de Engenharia Civil
da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Em primeiro lugar, o meu agradecimento ao orientador, Professor Doutor António Samagaio, pelo apoio e pelas orientações e conhecimentos transmitidos.

Um muito obrigado à Eco 14, em especial ao Eng.º Miguel Lopes e ao Eng.º Nuno Pereira, pelo acolhimento, ensinamentos e orientações que prestaram sem qualquer hesitação.

Um especial agradecimento aos meus pais, por terem apoiado a concretização de um sonho que agora culmina e por todos os sacrifícios que fizeram ao longo da vida que permitiram que eu aqui chegasse. Aos meus irmãos por todo o apoio e força, fazendo com que tudo fosse mais fácil. À Liliana, por ter estado sempre presente, por me ter encorajado a continuar nos momentos de desânimo e por toda a ajuda que sempre me deu.

E o meu obrigado a todos os meus amigos que me acompanharam durante estes anos em Aveiro, bem como aqueles que, apesar da distância, sempre estiveram presentes.

palavras-chave

Exposição a ruído ambiente; poluição sonora; mapas de ruído; modelo de regressão linear.

resumo

Nos últimos anos, em Portugal tem-se verificado uma situação de incumprimento do enquadramento legal vigente, no que concerne ao ruído ambiente. Isso resulta na indeterminação acerca do panorama de exposição da população portuguesa a ruído ambiente. No entanto, usando dados da população exposta, com base nos mapas de ruído de 38 municípios de Portugal Continental, foi possível criar modelos para estimar a população exposta ao ruído para os restantes municípios que não possuíam dados da exposição da população.

Os resultados obtidos mostraram que 73,8 % dos municípios possuem menos de 5 % da sua população exposta a níveis de ruído superiores a 65 dB(A), para o indicador L_{den} e 95,4 % dos municípios possuem entre 5 % e 10 % da sua população exposta a mais de 55 dB(A) para o indicador L_n . Os municípios com maiores percentagens de população exposta, situam-se, tendencialmente, na faixa litoral do país, entre os distritos de Setúbal e Viana do Castelo. A essa área correspondem as regiões com maior densidade populacional e com maior densidade de grandes infraestruturas de tráfego rodoviário, verificando-se uma relação entre o tráfego rodoviário e a exposição ao ruído.

No global, segundo o indicador L_{den} , 18,8 % da população encontra-se exposta a níveis associados a doenças isquémicas do coração e enfarte do miocárdio (> 60 dB(A)). Segundo o indicador L_n 17,9 % da população está exposta a níveis superiores a 50 dB(A), ou seja, exposta a níveis associados a efeitos adversos à saúde, como por exemplo ao risco de doença cardiovascular.

keywords

Environmental noise exposure; noise pollution; noise maps; linear regression model

abstract

In Portugal, with regard to environmental noise, the current legal framework has been violated over the last years. As a result, there is a great uncertainty related to the environmental noise exposure panorama of the portuguese population. However, using data regarding the exposed population, based on the noise maps of 38 municipalities in continental Portugal, it was possible to estimate the exposed population to the environmental noise in municipalities that do not have that information available.

The obtained results have shown that 73.8 % of the municipalities have less than 5 % of its population exposed to noise levels above 65 dB(A), considering the L_{den} indicator, and in 95,4 % of the municipalities, the percentage of the exposed population to noise levels above 55 dB(A), considering the L_n indicator, varies between 5 % and 10 %. The municipalities, where the percentage of the exposed population is higher, are tendentiously located near the coastline of the country, essentially between Setúbal and Viana do Castelo. This area comprises the greatest regions in terms of population density and major roads density, having been verified a relationship between road traffic and noise exposure.

Globally, based on the L_{den} indicator, 18.8 % of the population is exposed to noise levels that are associated to ischemic heart diseases and myocardial infarctions (> 60 dB(A)). Regarding the L_n indicator, 17.9 % of the population is exposed to noise levels above 50 dB(A), which are associated to adverse effects on health, such as heart disease.

Índice

Índice de figuras	ix
Índice de tabelas.....	xi
Siglas e acrónimos.....	xii
1.Introdução.....	1
1.1.Enquadramento.....	1
1.2.Objetivo e estrutura	4
1.3.Descrição do estágio	5
2. Mapas de ruído	8
2.1.Enquadramento legal dos mapas de ruído	8
2.1.1.Mapas municipais de ruído.....	8
2.1.2.Mapas estratégicos de ruído.....	8
2.2.Elaboração de mapas de ruído (MMR e MER à escala municipal)	10
2.2.1.Indicadores de ruído e períodos de referência.....	11
2.2.2.Processo de elaboração de mapas de ruído.....	11
2.2.3.Metodologias de processamento e cálculo	15
2.2.4.Recolha e tratamento de dados de entrada	16
2.2.5.Cálculo da população exposta a partir dos mapas de ruído.....	20
2.3.Mapas de ruído à escala municipal em Portugal	21
3.Metodologia	23
3.1.Considerações gerais.....	23
3.2.Compilação de mapas de ruído à escala municipal.....	23
3.3.Obtenção de dados complementares	27
3.3.1.População residente.....	28
3.3.2.Densidade de GIT	28
3.3.3.Número de veículos.....	30
3.3.4.Densidade populacional	30
3.4.Modelos de regressão	30
3.4.1.Determinação dos coeficientes de regressão	32
3.4.2.Significância global do modelo e significância dos seus parâmetros	33
3.4.3.Avaliação da qualidade do modelo	34
3.4.4.Pressupostos do modelo	34

3.4.5.Construção dos modelos	37
4. Resultados e discussão	39
4.1.Modelos para o indicador L_{den}	39
4.1.1.Significância global do modelo e significância dos seus parâmetros	39
4.1.2.Qualidade dos modelos e verificação dos restantes pressupostos	40
4.1.3. ...Modelos para e estimativa da população exposta às diferentes classes de ruído	43
4.2.Modelos para o indicador L_n	44
4.2.1.Significância global do modelo e significância dos seus parâmetros	44
4.2.2.Qualidade dos modelos e verificação dos restantes pressupostos	45
4.2.3. ...Modelos para e estimativa da população exposta às diferentes classes de ruído	48
4.3.Exposição da população a ruído ambiente	49
4.3.1.Exposição ao nível municipal.....	49
4.3.2.Exposição nas maiores cidades	54
4.3.3.Exposição ao nível regional	57
4.3.4.Exposição global em Portugal Continental.....	60
5. Conclusão.....	68
6. Sugestões para trabalhos futuros.....	70
Referências bibliográficas.....	71
Anexo 1 – Síntese dos valores de população exposta, segundo os documentos da Eco 14, em percentagem (indicador L_{den}).....	78
Anexo 2 - Síntese dos valores de população exposta, segundo os documentos de outras entidades, em termos absolutos (indicador L_{den}).....	79
Anexo 3 – Síntese dos valores de população exposta, segundo os documentos da Eco 14, em percentagem (indicador L_n).	80
Anexo 4 – Síntese dos valores de população exposta, segundo os documentos de outras entidades, em termos absolutos – indicador L_n	81
Anexo 5 – Dados das variáveis dependentes para a criação dos modelos (dados de exposição uniformizados por gamas).....	82
Anexo 6 – Dados complementares dos municípios sem informação de população exposta.....	84
Anexo 7 – Dados complementares obtidos para municípios com dados de população exposta (variáveis independentes para a criação dos modelos)	89
Anexo 8 – Resultados do modelo para os municípios de que não se dispunha de dados. ...	91
Anexo 9 – Exposição da população, em percentagem, resultante da aplicação dos modelos.....	98

Índice de figuras

Figura 1 - Diagrama de síntese da metodologia seguida usualmente para a elaboração de mapas de ruído. Adaptado de Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2010. 14	
Figura 2 - Representação dos municípios para os quais se obteve dados referentes à população exposta a ruído ambiente.	26
Figura 3 - Representação gráfica dos resíduos.....	32
Figura 4 - Gráficos da regressão dos resíduos e diagramas de dispersão dos resíduos.	42
Figura 5 - Gráficos da regressão dos resíduos e diagramas de dispersão dos resíduos.	47
Figura 6 - População exposta a mais a 65 dB(A) para o indicador L_{den} , em percentagem (reunião dos dados dos mapas de ruído e dos resultados da aplicação dos modelos criados).....	49
Figura 7 - População exposta a mais de 55 dB(A) para o indicador L_n , em percentagem (reunião dos dados dos mapas de ruído e dos resultados da aplicação dos modelos criados).....	50
Figura 8 – Exposição da população a ruído ambiente: a) resultados obtidos para o indicador L_n ; b) exposição da população para o indicador $L_{Aeq\text{ noite}}$, adaptado de APA (2006a).	52
Figura 9 - Sobreposição do mapa da exposição da população a níveis de ruído ambiente, superiores a 65 dB(A), para o indicador L_{den} , com a rede de estradas classificadas como GITr.	53
Figura 10 - Exposição em termos absolutos para os maiores municípios (L_{den}) – ordenados por ordem de população residente.....	55
Figura 11 - Exposição em termos absolutos para os maiores municípios (L_n) – ordenados por ordem de população residente.....	55
Figura 12 - Exposição nas zonas metropolitanas e restante território para o indicador L_{den}	56
Figura 13 - Exposição nas zonas metropolitanas e restante território para o indicador L_n	56

Figura 14 - População exposta, por distrito, a mais de 65 dB(A) para o indicador L_{den} , em percentagem.....	57
Figura 15 - População exposta, por distrito, a mais de 55 dB(A) para o indicador L_n , em percentagem.....	58
Figura 16 - Áreas potencialmente tranquilas na Europa, com base em no índice de adequação da tranquilidade, adaptado de AEA (2014a)	59
Figura 17 - Comparação dos resultados obtidos (a) com o Índice de Adequação da Tranquilidade na área ocidental da Península Ibérica (b).....	60
Figura 18 - Distribuição da exposição da população portuguesa ao ruído ambiente, indicador L_{den}	61
Figura 19 - Distribuição da exposição da população portuguesa ao ruído ambiente, indicador L_n	61
Figura 20 - Exposição da população portuguesa ao ruído ambiente, para diferentes classes em dB(A), segundo Valadas <i>et al.</i> (1999) (L_{Aeq}) e os resultados deste trabalho (L_{den}).	62
Figura 21 - Comparação entre a população de Portugal exposta a gamas de ruído superiores, segundo os resultados obtidos neste trabalho e os dados comunicados à CE no âmbito da 1ª fase de implementação da DRA para o território de Portugal Continental.	63
Figura 22 - Percentagem de pessoas expostas ao ruído na Europa e em Portugal, segundo os resultados obtidos e a informação provisória referente às duas fases de implementação da DRA. Adaptado de AEA (2016).	64
Figura 23 - População exposta a ruído ambiente em Portugal (segundo este trabalho) e na Europa (segundo a informação centralizada pela Comunidade Europeia), para o indicador L_{den}	65
Figura 24 - População exposta a ruído ambiente em Portugal (segundo este trabalho) e na Europa (segundo a informação centralizada pela Comunidade Europeia), para o indicador L_n	66
Figura 25 - Exposição ao ruído por país, em 2013, segundo a perspetiva da população. Adaptado de Eurostat (2015).	67

Índice de tabelas

Tabela 1 - Síntese de trabalhos executados pela Eco 14 através do LabAV.	6
Tabela 2 - Métodos de cálculo utilizados em diferentes países da Europa. Adaptado de Murphy e King (2010)	15
Tabela 3 - Classes acústicas para o indicador do período diurno-entardecer-noturno (L_{den}) e para o indicador do período noturno (L_n). Adaptado de APA (2011b).....	20
Tabela 4 - Documentos referentes a mapas de ruído à escala municipal elaborados pela Eco 14.	24
Tabela 5 - Documentos referentes a mapas de ruído à escala municipal, obtidos através da APA e Câmaras Municipais.	25
Tabela 6 - Intervalos considerados para organização e uniformização dos dados recolhidos.	27
Tabela 7 - Região de rejeição e não-rejeição de H_0 : não existe autocorrelação. Adaptado de Maroco (2007)	35
Tabela 8 - Síntese dos modelos escolhidos, bem como as respetivas significâncias globais e significâncias dos seus parâmetros	39
Tabela 9 - Sumarização dos indicadores de qualidade e erros dos modelos para L_{den}	40
Tabela 10 - Modelos de previsão da população exposta a diferentes classes sonoras para o indicador L_{den}	43
Tabela 11 - Síntese dos modelos escolhidos, bem como as respetivas significâncias globais e significâncias dos seus parâmetros	44
Tabela 12 - Sumarização dos indicadores de qualidade e erros dos modelos para L_n	45
Tabela 13 - Modelos de previsão da população exposta a diferentes classes sonoras para o indicador L_n	48
Tabela 14 – Diferenças entre os modelos e os mapas de ruído: percentil 90, percentil 75 e mediana (%).	54

Siglas e acrónimos

AEA – Agência Europeia do Ambiente

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

CE – Comissão Europeia

DRA – Diretiva do Ruído Ambiente

UE – União Europeia

FIV – Fator de Inflação da Variância

GIT – Grandes Infraestruturas de Transporte

GITa – Grandes Infraestruturas de Transporte aéreo

GITf – Grandes Infraestruturas de Transporte ferroviário

GITr – Grandes Infraestruturas de Transporte rodoviário

MER – Mapa Estratégico de Ruído

MMR – Mapa Municipal de Ruído

OMS – Organização Mundial de Saúde

RGR – Regulamento Geral do Ruído

SPSS – Statistical Package for the Social Sciences

Notação

L_{Aeq} – Nível sonoro médio de longa duração, ponderado A.

L_{den} – Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno

L_n – Indicador de ruído noturno

1. Introdução

1.1. Enquadramento

Nas últimas décadas, a poluição sonora tem vindo a ser cada vez mais reconhecida como prejudicial para a qualidade de vida e bem-estar das pessoas, estabelecendo-se como um importante problema de saúde pública (AEA, 2014b), nomeadamente ao nível do ruído ambiente.

Genericamente, entende-se como ruído ambiente aquele que é emitido por todas as fontes, excetuando o ruído no local de trabalho (Berglund, *et al.* 1999). A Diretiva Ruído Ambiente (DRA) (Diretiva n.º 2002/49/CE, de 25 de Junho) fornece uma definição mais particular, classificando o ruído ambiente como “um som externo indesejado ou prejudicial, criado por atividades humanas, incluindo o ruído emitido por meios de transporte, tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e instalações utilizadas na atividade industrial”.

Na União Europeia (UE) os problemas que advêm da exposição ao ruído ambiente traduzem-se num custo social aproximado de 40 mil milhões de euros por ano (0,4 % do PIB da UE) (Juraga *et al.*, 2015) e (Boer e Schroten, 2007). A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que pelo menos 1 milhão de anos de vida saudável são perdidos a cada ano na Europa Ocidental devido a efeitos na saúde, em consequência da exposição apenas ao ruído ambiente provocado pelo tráfego rodoviário (OMS, 2011). As consequências da exposição ao ruído podem ser a perda de audição, a perturbação do sono e repouso, os efeitos psicofisiológicos no desempenho intelectual, a alteração do comportamento e a irritabilidade (Berglund, *et al.* 1999). Segundo a OMS (2011) a exposição a níveis de ruído de tráfego rodoviário superiores a 60 dB(A), segundo o indicador global de ruído (L_{den}), está associada a doenças isquémicas do coração e enfarte do miocárdio, enquanto que o risco de hipertensão aumenta em níveis de ruído superiores a 42 dB(A). Durante o período noturno (L_n), para níveis superiores a 40 dB(A) podem verificar-se problemas de bem-estar como distúrbios no sono, enquanto para níveis superiores a 50 dB(A), a situação é considerada perigosa para a saúde pública, provocando efeitos adversos, como hipertensão e elevado risco de doença cardiovascular (OMS, 2009).

Na UE as principais fontes de ruído ambiente são as vias rodoviárias, os caminhos-de-ferro e os aeroportos (AEA, 2014b). No entanto, o ruído do tráfego rodoviário é a ameaça mais dominante, devido à sua extensão geográfica e ao número de pessoas que

afeta. Constitui o segundo pior poluente ambiental na Europa, sendo responsável pelo maior número de pessoas expostas a níveis superiores de ruído ambiente. Isto verifica-se não só à escala europeia como à escala nacional (AEA, 2014b).

Lambert e Vallet (1994) estimaram que na UE aproximadamente 77 milhões de pessoas (*i.e.* 22 % da população da UE em 1994), estavam expostas a níveis de ruído superiores a 65 dB(A) durante o dia ($L_{Aeq\ dia}$), apenas considerando o ruído proveniente dos transportes. Determinaram também que 179 milhões de europeus (49 % da população) vivia então em áreas definidas como “áreas cinzentas” – áreas que não possuíam conforto acústico para os residentes. Por sua vez, a OMS estimava que 40 % da população da UE estava exposta a níveis de ruído de tráfego rodoviário superiores a 55 dB(A), durante o período diurno, e 30 % estava exposta a níveis de tráfego rodoviário superiores a 55 dB(A), durante o período noturno (Berglund *et al.*, 1999). Na mesma década em Portugal, Valadas *et al.* (1999) afirmaram que 19 % da população estava exposta a níveis de ruído superiores a 65 dB(A) (L_{Aeq}).

Atualmente, a Agência Europeia do Ambiente (AEA) calcula que 125 milhões (*i.e.* 24,6 %) de indivíduos da UE estão expostos a níveis de ruído de tráfego rodoviário superiores a 55 dB(A), sendo a exposição maior em zonas urbanas (AEA, 2014b). Ademais, na Europa, a tendência é a exposição ao ruído aumentar em comparação com outros poluentes (como por exemplo, dioxinas e benzeno) (Juraga *et al.*, 2015).

Face a esta problemática, a UE tem vindo a depositar maior atenção à proteção contra o ruído, nas políticas comunitárias. No “Livro Verde” (Commission of the European Communities, 1996), sobre a futura política do ruído, a Comunidade Europeia (CE) identificou o ruído no meio ambiente como um dos principais problemas ambientais na Europa, estimando que 20 % da população da União Europeia sofria exposição a níveis de ruído considerados inaceitáveis. O Parlamento Europeu reiterou as exigências, presentes no “Livro Verde”, de medidas e ações concretas numa só diretiva, visando a redução do ruído ambiente e a uniformização dos métodos de avaliação, aprovando a Diretiva n.º 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (DRA), em 25 de Junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

A estratégia principal da DRA é que as autoridades públicas dos estados-membros recolham informações sobre o ruído de modo a saber como atuar com base nessa informação (Juraga *et al.*, 2015). Nesse sentido, a DRA estabelece métodos comuns de avaliação do ruído ambiente, de elaboração de mapas de ruído e de aprovação de planos de ação de ruído, tendo em conta os dados recolhidos.

A DRA foi transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 146/2006 de 31 de Julho. Posteriormente, devido à necessidade de uniformizar os conceitos introduzidos pelo decreto-lei referido, sobre gestão de ruído ambiente, surge o Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro (Regulamento Geral de Ruído), que estabelece o “regime de prevenção e controlo da poluição sonora, visando a salvaguarda da saúde humana e o bem-estar das populações”. O Regulamento Geral do Ruído (RGR) fixa os valores limite de exposição com base em indicadores estabelecidos na Diretiva n.º 2002/49/CE. Esses indicadores constituem um parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma relação com um efeito prejudicial na saúde ou no bem-estar humano, e incluem três períodos de referência (diurno, entardecer e noturno):

- Indicador de ruído noturno (L_n): associado a perturbações do sono, resulta dos níveis sonoros médios de longa duração, expresso em dB(A), do período noturno.
- Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno (L_{den}): associado ao incómodo global, resulta dos níveis sonoros médios de longa duração, expresso em dB(A), dos períodos diurno, entardecer e noturno.

O RGR fixa valores limite de exposição ao ruído para diferentes áreas definidas pelos planos municipais de ordenamento do território como zonas sensíveis e zonas mistas. Define “zona sensível” como uma área “vocationada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais...”, enquanto uma zona mista é a área “cuja ocupação seja afeta a outros usos [...] para além dos referidos na definição de zona sensível”. Consequentemente, as autarquias, para apoiar a elaboração, a alteração e a revisão dos planos diretores municipais e dos planos de urbanização, elaboram mapas de ruído.

Os mapas de ruído constituem assim um meio de determinar e visualizar o impacto do ruído no ambiente a fim de apoiar as políticas ambientais (Stoter *et al.*, 2008). Em Agência Portuguesa do Ambiente (APA) (2008), define-se que o mapa de ruído constitui uma representação geográfica do ruído ambiente exterior, expresso pelos indicadores L_{den} e L_n , onde se representam as isófonas e as áreas por elas delimitadas, às quais corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A). Assim, um mapa de ruído deve fornecer informação para alcançar os seguintes objetivos (APA, 2011a):

- Preservar zonas sensíveis e mistas com níveis sonoros regulamentares;
- Corrigir zonas sensíveis e mistas com níveis sonoros não regulamentares;
- Criar novas zonas sensíveis e mistas com níveis sonoros compatíveis.

O RGR refere duas tipologias de mapas de ruído ambiente: Mapas Municipais de Ruído (MMR) e Mapas Estratégicos de Ruído (MER) onde se inserem os mapas estratégicos de aglomerações e mapas estratégicos de Grandes Infraestruturas de Transporte (GIT). Os MMR são elaborados para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos planos diretores municipais e dos planos de urbanização. Os MER têm um objetivo distinto dos MMR. Segundo a DRA, os MER têm como finalidade avaliar a exposição global ao ruído numa determinada zona, devido a diferentes fontes de ruído ou de previsões globais para essa zona. Dado o seu propósito, apenas os MER têm a obrigatoriedade de apresentar a população exposta a ruído ambiente exterior (APA, 2011a). Excetua-se os MMR, para os quais o cálculo da população exposta a ruído ambiente não é exigido. Contudo, muitos laboratórios efetuam o cálculo da população exposta também para os MMR, abrindo perspectivas para se poder perceber o panorama de exposição em todo o território nacional.

Uma abordagem usando os MMR, para a avaliação da população portuguesa exposta a ruído ambiente, foi adotada pela APA até dezembro de 2006 (APA, 2006a), usando os indicadores até então vigentes. Nenhum outro trabalho, com os indicadores L_{den} e L_n , foi entretanto disponibilizado ao público. De igual modo, a AEA, através da informação comunicada pelos estados membros, tem desenvolvido ferramentas que centralizam os dados de exposição da população europeia o ruído ambiente, como a plataforma “*Noise observation and information service for europe*”. No entanto, os dados centralizados relativos a Portugal são ainda escassos, para além desses dados apenas se reportarem a MER, ou seja, só se referem a GIT ou aglomerações, e não a todo o território.

1.2. Objetivo e estrutura

Este trabalho surge assim em sequência da importância de se conhecer o panorama global da exposição da população portuguesa a ruído ambiente, usando uma abordagem mais representativa, que permita classificar a exposição até ao nível municipal. Esta abordagem pretende avaliar a exposição no território de Portugal Continental, não se cingindo apenas a GIT e aglomerações. Para isso, tem-se por base os dados da população exposta disponibilizada nos mapas de ruído à escala municipal elaborados pela entidade acolhedora.

Mais especificamente, com este relatório de estágio pretende-se o seguinte:

- Verificar o panorama atual em Portugal, relativamente ao cumprimento do quadro legal relativamente aos mapas de ruído à escala municipal.

- Criar modelos estatísticos de modo a estimar a exposição da população de Portugal Continental em cada município, a diferentes gamas de níveis sonoros.
- Avaliar o estado do ambiente sonoro em Portugal Continental, através da estimativa da população exposta a diferentes classes de níveis sonoros.

Face aos objetivos propostos, o presente relatório encontra-se estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1: Enquadramento, definição dos objetivos e descrição da entidade acolhedora, bem como as atividades envolvidas.
- Capítulo 2: Referente aos mapas de ruído, ao seu enquadramento legal, processo de elaboração dos mapas, método de cálculo da população exposta e uma breve referência à situação dos mapas de ruído Portugal.
- Capítulo 3: Este capítulo é referente à metodologia seguida para a criação dos modelos estatísticos, nomeadamente a compilação de mapas de ruído e a obtenção de dados complementares para a criação das variáveis independentes a incluir nos modelos. Apresenta também o suporte teórico relativo aos parâmetros estatísticos inerentes à criação dos modelos, designadamente os coeficientes de regressão, as significâncias, a avaliação da qualidade dos modelos e os pressupostos a verificar.
- Capítulo 4: Apresentação e discussão dos resultados; onde se expõe os modelos criados e se verifica a sua validade, apresentando-se também os resultados da aplicação dos modelos. Além disso, faz-se a análise e a discussão dos resultados obtidos, comparando-os, por exemplo, com o cenário verificado a nível da Europa.
- Capítulo 5: Onde se apresentam as conclusões deste trabalho.
- Capítulo 6: Sugestões para trabalhos futuros.

1.3. Descrição do estágio

O estágio decorreu na empresa Eco 14 - Serviços e Consultadoria Ambiental, Lda. (Eco 14); fundada em 1998, com sede na Gafanha da Nazaré – Ílhavo. A Eco 14 é composta pelos seguintes departamentos:

- Departamento de serviços e consultadoria ambiental;
- Laboratório de acústica e vibrações – LabAV;
- Departamento de segurança e saúde no trabalho;
- Departamento de formação.

O trabalho desenvolvido no estágio inseriu-se no trabalho executado pelo Laboratório de acústica e vibrações – LabAV, que executa os seguintes trabalhos:

Tabela 1 - Síntese de trabalhos executados pela Eco 14 através do LabAV.

Ensaio/Estudo	Aplicações
Ruído Ambiental	
Medição de níveis de pressão sonora:	
<ul style="list-style-type: none"> Verificação do critério da exposição máxima 	Licenciamento de operações de loteamento e de empreendimentos turísticos, bem como para iniciar os procedimentos de autorização prévia de localização, de informação prévia e de licenciamento de obras de construção civil para estas; Estudos de Impacte Ambiental;
<ul style="list-style-type: none"> Verificação do critério dos acréscimos (incomodidade) 	Avaliações da incomodidade sonora de atividades ruidosas de carácter permanente (fábricas, bares, cafés, etc.)
Acústica de Edifícios e/ou de Salas	
<ul style="list-style-type: none"> Isolamento sonoro a sons aéreos Isolamento sonoro a sons de percussão Isolamento sonoro de fachadas e de elementos de fachadas Determinação e avaliação do nível sonoro do ruído particular de equipamentos do edifício Medição do tempo de reverberação 	Verificação da conformidade acústica legal de edifícios; Diagnóstico do conforto acústico no interior dos edifícios.
Ruído Ocupacional	
<ul style="list-style-type: none"> Avaliação da exposição ao ruído durante o trabalho 	Avaliação do grau de risco de surdez profissional; Cumprimento das disposições legais aplicáveis (DL 182/2006)
Ruído de Máquinas e Equipamentos	
<ul style="list-style-type: none"> Determinação dos níveis de potência sonora de máquinas e equipamentos a partir da medição de níveis de pressão sonora. 	Caracterização normalizada do ruído emitido por máquinas; Cumprimento do DL 221/2006 e demais legislação relevante (Diretiva Máquinas - DL 320/2001).
Modelação Acústica – Mapas de Ruído	
<ul style="list-style-type: none"> Mapas de ruído industriais Mapas de ruído municipais (às escalas de PDM, PU, PP) Mapas de ruído de infraestruturas de transporte (estradas, ferrovias, aeródromos) Mapas de ruído estratégicos 	Integração em Planos de Ordenamento do Território; Mapas de ruído preditivos para integração em Estudos de Impacte Ambiental; Mapas de Ruído Estratégicos para grandes infraestruturas de transporte e aglomerações populacionais na aceção do DL 146/2006.

Este trabalho de estágio inseriu-se no âmbito da “modelação acústica – mapas de ruído”. No entanto, o trabalho desenvolvido na empresa foi mais amplo. As atividades realizadas ao longo do estágio foram diversificadas, podendo ser separadas em diversas fases, nomeadamente:

- Familiarização com a empresa, com as normas de trabalho e com o sistema interno de funcionamento;

- Estudo e análise das instruções de trabalho referentes a ensaios acústicos, trabalho de campo, tratamento de dados e comunicação de resultados (relatórios);
- Execução (supervisionada) de relatórios;
- Acompanhamento das rotinas de elaboração de mapas de ruído;
- Compilação e estudo de relatórios e resumos não-técnicos da base de dados da empresa;
- Acompanhamento de trabalhos de campo, nomeadamente em acústica de edifícios;
- Participação em outras áreas da empresa, nomeadamente segurança e Saúde no trabalho e consultadoria ambiental.

2. Mapas de ruído

2.1. Enquadramento legal dos mapas de ruído

O quadro legal relativo a ruído ambiente, é constituído pelo Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, que transpõe a Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, e pelo Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, que aprova o RGR.

2.1.1. Mapas municipais de ruído

No que concerne aos MMR, é o Artigo 7º do RGR que estabelece o seu regime legal em Portugal. Expõe que são as câmaras municipais que elaboram os mapas de ruído para apoiar a elaboração, a alteração e a revisão dos planos directores municipais. O RGR refere que “a elaboração dos mapas de ruído tem em conta a informação acústica adequada, nomeadamente a obtida por técnicas de modelação apropriadas ou por recolha de dados acústicos realizada de acordo com técnicas de medição normalizadas”.

Tendo por base a classificação das áreas, o Artigo 11º do RGR, relativo aos valores limite de exposição, estabelece o seguinte:

- As zonas classificadas como sensíveis não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 55 dB(A) para o indicador L_{den} e a 45 dB(A) para o indicador L_n .
- As zonas classificadas como mistas não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A) para o indicador L_{den} e a 55 dB(A) para o indicador L_n .

O RGR remete competências à APA para definir as diretrizes para a elaboração dos mapas de ruído, bem como centralizar a informação relativa a ruído ambiente exterior.

2.1.2. Mapas estratégicos de ruído

O Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, que transpõe a DRA, estabelece o regime especial para a elaboração de MER, determinando:

a) A elaboração de MER que determinem a exposição ao ruído ambiente exterior, com base em métodos de avaliação harmonizados a nível da União Europeia;

b) A prestação de informação ao público sobre o ruído ambiente e seus efeitos;

c) A aprovação de planos de ação baseados nos MER, a fim de prevenir e reduzir o ruído ambiente sempre que necessário e em especial quando os níveis de exposição ultrapassem os valores admissíveis.

A DRA prevê a obrigatoriedade da elaboração dos MER e dos planos de ação, bem como a adoção de métodos de avaliação harmonizados e a obrigatoriedade de divulgação da informação. A obrigatoriedade da elaboração de MER está separada em duas fases. A primeira fase é relativa à situação do ano civil de 2006 e deveria ser comunicada à APA até março de 2007. Nessa fase eram abrangidas:

I – Grandes Infraestruturas de Transporte;

- Tráfego aéreo: aeroportos com um tráfego de 50.000 movimentos/ano;
- Tráfego ferroviário: troços da rede ferroviária com mais de 60.000 passagens/ano;
- Tráfego rodoviário: troços da rede rodoviária com mais de 6 milhões de passagens/ano;

II – Aglomerações de maior expressão populacional;

- Aglomerações com uma população residente superior a 250.000 habitantes – abrange apenas Lisboa.

A segunda fase de aplicação da DRA, que deveria ser comunicada à APA até 31 de Março de 2012, é mais ampla. Na segunda fase são abrangidas:

I – Grandes Infraestruturas de Transporte;

- Tráfego aéreo: aeroportos com um tráfego de 50.000 movimentos/ano – abrange o Aeroporto da Portela (Lisboa) e o Aeroporto Francisco Sá Carneiro (Porto);
- Tráfego ferroviário: troços da rede ferroviária com mais de 30.000 passagens/ano – abrange as vias discriminadas nas “Diretrizes para elaboração de mapas de ruído” (APA, 2011a).
- Tráfego rodoviário: troços da rede rodoviária com mais de 3 milhões de passagens/ano - abrange as vias discriminadas nas “Diretrizes para elaboração de mapas de ruído” (APA, 2011a).

II – Aglomerações de maior expressão populacional;

- Aglomerações com uma população residente superior a 100.000 habitantes – abrange os municípios de Lisboa, Porto, Amadora, Odivelas, Oeiras e Matosinhos.

A elaboração e revisão dos MER, bem como os respetivos planos de ação, é da competência dos municípios, para o caso das aglomerações, e das entidades gestoras ou concessionárias de infraestruturas de transporte rodoviário, ferroviário ou aéreo, no caso das GIT. A informação relativa aos MER é então enviada por cada estado membro para a Comissão Europeia (CE).

Os MER são compostos por dados sobre uma situação de ruído existente ou prevista, demonstrando a ultrapassagem de qualquer valor limite em vigor; o número estimado de pessoas afetadas e de habitações expostas a determinados valores de um indicador de ruído em determinada zona (Decreto-Lei n.º 146/2006 de 31 de julho). Os MER de aglomerações incluem particularmente mapas de ruído distintos para as seguintes fontes: tráfego rodoviário; tráfego ferroviário; tráfego aéreo; instalações industriais. Não obstante, podem ser elaborados mapas adicionais para outras fontes de ruído.

A elaboração dos MER deve seguir as orientações expressas no guia de boas práticas publicado pela CE (European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise, 2007), contendo no mínimo a isófona de 55 dB(A) para o indicador L_{den} e a isófona de 45 dB(A) para o indicador L_n .

2.2. Elaboração de mapas de ruído (MMR e MER à escala municipal)

Para a execução de mapas de ruído, a ECO14, à semelhança das outras entidades em Portugal que executam mapas de ruído, tomam como referência os requisitos descritos nos documentos técnicos da APA, nomeadamente “Diretrizes para elaboração de mapas de ruído” (APA, 2011a), assim como outros aspetos previstos na DRA e consequentemente no RGR.

A informação necessária para a elaboração de mapas de ruído pode ser obtida recorrendo a medições acústicas ou utilizando modelos de cálculo devidamente validados. A solução ideal depende de múltiplos fatores como os objetivos que se pretendem alcançar, o tipo de fontes sonoras existentes, as escalas de trabalho, a quantidade e

qualidade da informação disponível, etc. (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental e Lugar do Plano, 2013).

As abordagens baseadas estritamente em medições apresentam limitações significativas, nomeadamente o carácter pontual dos resultados, para além da morosidade na obtenção dos mesmos e a reduzida flexibilidade ao nível da predição e atualização. No entanto, esta prática é comum em áreas limitadas onde a complexidade de fontes sonoras presentes tornam a técnica de medida num procedimento mais eficiente, como no caso de unidades industriais. A modelação matemática é assim desejável na perspetiva de obtenção de resultados e bases de trabalho dinâmicas, constituindo a ferramenta de suporte em previsão.

2.2.1. Indicadores de ruído e períodos de referência

Na elaboração de mapas de ruído são considerados os seguintes períodos de referência: diurno (das 7 às 20 h), do entardecer (das 20 às 23 h) e noturno (das 23 às 7 h). Todos os mapas de ruído reportam-se aos indicadores L_{den} e L_n , calculados a uma altura acima do solo de 4 metros, como previsto no RGR. O indicador de ruído diurno-entardecer-noturno (L_{den}), associado ao incómodo global, é dado pela equação (1):

$$L_{den} = 10 \times \log \frac{1}{24} \left[13 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 3 \times 10^{\frac{L_e + 5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n + 10}{10}} \right] \quad (1)$$

Onde L_d , L_e e L_n representam o nível sonoro contínuo equivalente, em dB(A), determinado, respetivamente, durante uma série de períodos, diurno, entardecer e noturno, representativos de um ano.

2.2.2. Processo de elaboração de mapas de ruído

A metodologia seguida para a elaboração de mapas de ruído pode ser dividida em 5 fases:

I – Definição do âmbito e objetivos do estudo

A primeira fase é referente à definição do âmbito e aos objetivos do estudo, comportando:

- Definição da área de estudo (área do município em estudo) e da escala (1:10.000);
- Estabelecimento dos critérios de abordagem, ou seja, quais as fontes sonoras a considerar (rodovias, ferrovias, atividades com emissões ruidosas consideradas relevantes, aeródromos e aeroportos, etc.), bem como a dimensão da malha de recetores (no mínimo, a primeira ordem de reflexões);
- Escolha das metodologias de processamento e cálculo, em função das fontes sonoras consideradas;
- Definição dos outputs do estudo (notação prevista pela APA para os indicadores de ruído L_{den} e L_n).

II – Recolha de dados de entrada

Numa fase posterior efetua-se a recolha de dados de entrada, reunindo a seguinte informação de entrada:

- Cartografia digitaliza à escala 1:10.000 (altimetria, planimetria, localização das fontes e recetores);
- Dados de tráfego rodoviário (fluxo horário de tráfego, tipologia de veículos e pavimento, velocidade de circulação característica, tipologia de fluxos de tráfego, perfil longitudinal das vias);
- Dados de tráfego ferroviário (numero de movimentos, tipologia de composições, velocidades de circulação, tipo de assentamento da via férrea);
- Dados de fontes industriais (tipo de atividade, área de implantação, características em termos de emissões de ruído);
- Dados de tráfego aéreo (caraterísticas do aeroporto, dados de tráfego aéreo, dados de radares, dados operacionais, dados aeronaves, etc.);
- Outra informação (por exemplo dados meteorológicos).

III – Pré-processamento de dados de entrada

A terceira fase do processo de elaboração de um mapa de ruído é o pré-processamento dos dados de entrada. Nesta fase, os dados cartográficos de entrada são ajustados de modo a melhorar a sua utilização computacional, nomeadamente: fecho de estruturas; desagregação e identificação de camadas (*layers*) segundo tipologias;

eliminação de informação desnecessária e inserção de informação adicional necessária. Paralelamente, efetua-se a inserção dos dados de entrada no *software* de simulação da emissão e propagação sonora para ser feito o cálculo de níveis de potência sonora.

IV - Modelação e previsão dos níveis sonoros

Neste ponto efetua-se o cálculo de níveis de pressão sonora, que são verificados e validados por meio dos resultados das medições *in situ* em pontos recetores. Elabora-se também versões provisórias dos mapas de ruído e efetua-se as correções necessárias.

V - Produção e análise dos mapas de ruído finais

Finalmente, na última fase do processo de elaboração de um mapa de ruído, produz-se a versão preliminar dos mapas finais, que são alvo de uma verificação e análise final antes de se produzir a versão final.

A Figura 1 sintetiza a metodologia seguida pela Eco 14, o que corresponde à metodologia usual na elaboração de mapas de ruído em Portugal.

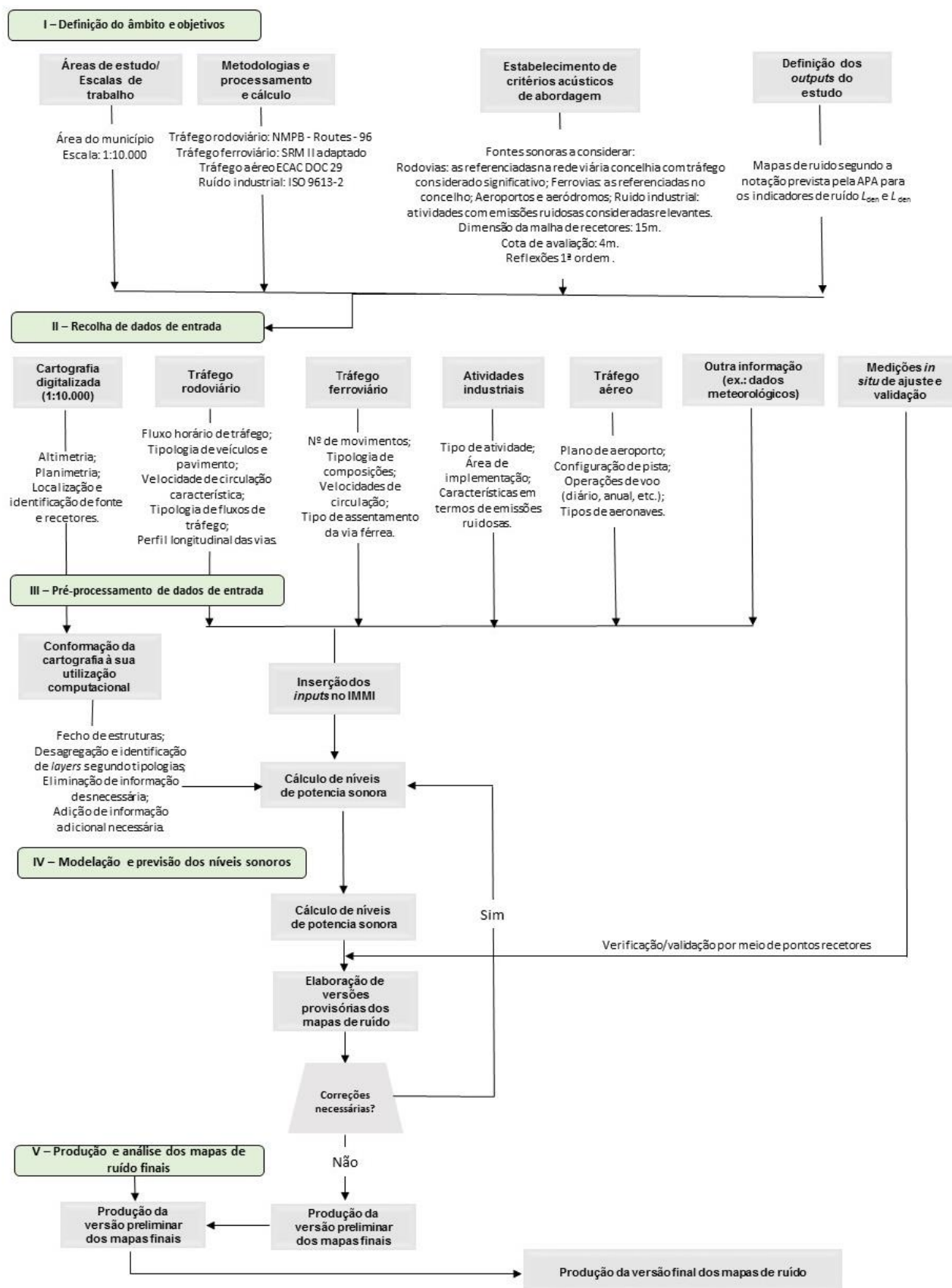


Figura 1 - Diagrama de síntese da metodologia seguida usualmente para a elaboração de mapas de ruído. Adaptado de Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2010.

2.2.3. Metodologias de processamento e cálculo

Um dos objetivos da DRA foi estabelecer uma abordagem uniforme para a avaliação e gestão do ruído ambiente no espaço europeu. No entanto, não foi ainda totalmente desenvolvido um modelo de cálculo de ruído padronizado para todos os estados membros. Deste modo, os estados membros são livres de utilizar métodos de cálculo alternativos na elaboração de mapas estratégicos de ruído (Murphy e King, 2010). Isto resulta no uso de diferentes métodos de cálculo em diferentes estados membros. Os métodos de cálculo mais comuns são aqueles que são usados em Portugal (v. Tabela 2).

Tabela 2 - Métodos de cálculo utilizados em diferentes países da Europa. Adaptado de Murphy e King (2010)

Estado membro	Tráfego rodoviário	Tráfego ferroviário	Tráfego aéreo	Indústria
Áustria	RVS 3.02	Onorm S 5011	OAL 24	OAL 28
Bélgica	NMPB/XPS 31-133	RMR (SRM 11)	ECAC DOC 29	ISO9613
Dinamarca	Temanord 525	NBT85	ECAC DOC 29 (DENL)	Nordforsk 32
Finlândia	Temanord 525	Temanord 524	?*	Nordforsk 32
França	NMPB/XPS 31-133	NMPB/XPS 31-133	Lden and INM	ISO9613
Alemanha	RLS 90	Schal03	AzB	ISO9613
Grécia	NMPB/XPS 31-133	RMR (SRM 11)	ECAC DOC 29	ISO9613
Irlanda	CRTN	CRN	INM	ISO9613
Itália	NMPB/XPS 31-133	RMR (SRM 11)	ECAC DOC 29	ISO9613
Luxemburgo	RLS 90	Schal03	ECAC DOC 29	VDI 2714/2720 (ISO9613)
Holanda	RMW 2002 (SRM I+II)	RMR 2002 (SRM I+II)	RLD/BV-01 & RLD/BV-02	Handleiding Industrieelawa
Noruega	Temanord 525	Temanord 524	?*	Nordforsk 32
Portugal	NMPB/XPS 31-133	RMR (SRM 11)	ECAC DOC 29	ISO9613
Espanha	NMPB/XPS 31-133	RMR (SRM 11)	ECAC DOC 29	?*
Suécia	Temanord 525	Temanord 524	?*	Nordforsk 32
Suíça	StL 86	SEMIBEL	FLULA	ISO9613
Reino Unido	CRTN	CRN	ANCON2 & INM	ISO9613 (BS5228)

Nota: ?* Indica que não foi disponibilizada informação.

Para os MMR, a APA recomenda como métodos de cálculo os referidos no Anexo II da DRA. Para os MER, esses métodos de cálculo referidos no Anexo II da DRA são obrigatórios, recomendando-se contudo a adoção das suas respectivas versões mais recentes (APA, 2011a). A Eco 14 para a elaboração dos mapas de ruído, utiliza o *software* computacional para simulação da emissão e propagação sonora “IMMI Premium”, versão 2015 (*Wölfel Meßsysteme GmbH*, Alemanha), parametrizado de acordo com métodos de cálculo recomendados pela DRA, designadamente:

1. Para o ruído industrial e propagação sonora exterior: a Norma ISO 9613-2 «*Acoustics – Attenuation of sound propagation outdoors. Part 2: General method of calculation*».
2. Para o ruído de tráfego rodoviário: o método de cálculo francês «*NMPB-Routes-96*» (NMPB-96) que consta da norma francesa «XPS 31-133». No que se refere aos dados de entrada relativos a emissões, a norma remete para o “*Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores*, CETUR 1980”.
3. Para o ruído de tráfego ferroviário: o método de cálculo nacional «*Standaard-Rekenmethode II*» (SRMII) dos Países Baixos, publicado na “*Reken-Meetroorschrift Railverkeerslawai*’ 96, *Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordeningen Milieubeheer*”, 20 de Novembro de 1996.
4. Para o ruído de tráfego aéreo: ECAC Doc. 29 “*Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports*”, de 1997. Entre as diferentes abordagens para a modelagem das rotas de voo, é a técnica de segmentação mencionada na secção 7.5 do ECAC-CEAC Doc. 29, que é usada.

2.2.4. Recolha e tratamento de dados de entrada

A identificação, a seleção e a caracterização das fontes sonoras é um aspeto primordial para a elaboração de um mapa de ruído. Genericamente, para os mapas de ruído à escala municipal, as principais tipologias de fontes consideradas e avaliadas são: tráfego rodoviário, tráfego ferroviário, aeroportos/aeródromos e fontes industriais. A APA, como critérios mínimos, indica especificamente a necessidade de inclusão e caracterização das seguintes fontes (APA, 2011a):

- Grandes eixos de circulação rodoviária, incluindo os itinerários principais da rede fundamental; os itinerários complementares e todas as rodovias onde o tráfego médio diário ultrapasse 8.000 veículos;
- Grandes eixos de circulação ferroviária, incluindo as linhas da rede principal e complementar; o metropolitano de superfície e todas as ferrovias com 30.000 ou mais passagens por ano;
- Todos os aeroportos e aeródromos;
- As atividades ruidosas abrangidas pelos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental e de Prevenção e Controlo Integrados de Poluição.

Para que o *software* utilizado possa gerar um determinado campo sonoro pretendido, é necessário fornecer um conjunto de informação de base que caracterize adequadamente a emissão, a propagação e a receção do som, nomeadamente:

- Localização e catalogação de recetores;
- A altimetria da área em estudo;
- Dados meteorológicos;
- Volumetria e forma de edifícios e outras barreiras sonoras;
- Caracterização da potência sonora das fontes (intensidade, comportamento espectral, diretividade).

I - Tráfego rodoviário

Para o algoritmo de cálculo utilizado pela Eco 14 (NMPB Routes-96), relativo às emissões de ruído associadas ao tráfego rodoviário, é necessária a introdução de dados referentes à via a caracterizar, designadamente o fluxo horário médio de veículos ligeiros e de pesados para o período de referência que está a ser considerado. O método de cálculo do tráfego rodoviário (NMPB Routes-96) comporta a seguinte informação de entrada:

- Tráfego médio horário por tipologia de veículos (ligeiros e pesados);
- Velocidade média de circulação, por tipo de veículo;
- Percentagem de veículos pesados;
- Tipos de fluxos de tráfego (fluido contínuo, ritmado contínuo, ritmado acelerado, ritmado desacelerado, indiferenciado);

- Perfil longitudinal (via horizontal, ascendente, descendente) e transversal da via.

É portanto fundamental que se tenha dados representativos relativamente às vias a caracterizar, para se ter uma adequada caracterização das emissões de ruído associadas ao tráfego. É também essencial verificar, se para cenários de dados de tráfego semelhantes, os níveis de ruído resultantes por modelação e medição são equiparáveis, ou seja, se os níveis sonoros resultantes da modelação a partir de informação teórica introduzida tem tradução “real”.

Dadas estas dificuldades, a metodologia mais comumente seguida em Portugal, consiste numa abordagem que integra a diversa informação disponível, de modo a harmonizar procedimentos e a obter resultados acústicos tão representativos quanto possível. Assim, a metodologia de caracterização das vias de tráfego usada é a seguinte:

1 - Seleção dos troços (segmentação) de estradas onde se assume que as características de tráfego (tipo de pavimento, fluxo, velocidade) são constantes. Toma-se como válido o pressuposto de que não se verificam variações significativas nas características do trânsito nos troços, entre pontos de intersecções das vias consideradas.

2 - Identificação de locais/troços para os quais existe informação apropriada retirada de “Recenseamentos de Tráfego” das Infraestruturas de Portugal e do IMT - Instituto da Mobilidade e dos Transportes.

3 - Realização de campanhas de contagem de tráfego, em diferentes períodos do dia, para caracterização de cada segmento de estrada selecionado.

4 - Realização de campanhas de medição acústica de longa duração em locais estrategicamente selecionados para validação dos resultados calculados. Estas medições acústicas são efetuadas em locais próximos a vias de tráfego (de forma a minimizar a eventual contribuição de outras fontes) e junto a recetores sensíveis.

5 - Análise e ponderação adequada de toda a informação recolhida, por forma a obterem-se indicadores médios das características do tráfego rodoviário (fluxos, tipologias de pavimentos, velocidades) representativos de cada período de referência previstos no RGR.

6 - Integração e introdução de toda a informação no *software* utilizado, possibilitando o cálculo e mapeamento das emissões sonoras associadas a cada via de tráfego considerada.

II - Tráfego ferroviário

Dos métodos atualmente disponíveis para o cálculo do ruído proveniente do tráfego rodoviário, o RMR96/SMRII, dos Países Baixos, é um dos mais completos. No entanto, a aplicação do método RMR96/SMRII é na prática bastante difícil porque o material circulante ferroviário é muito diferente de país para país (Alarcão e Coelho, 2008). A metodologia adotada para o tráfego rodoviário é a abordagem de utilização e de adaptação do método sugerida por Alarcão e Coelho (2008), aferida e validada com base em medições de ruído gerado pelo tráfego de diferentes tipos de composições ferroviárias em circulação em Portugal. Esta abordagem permite dar equivalência direta entre as diferentes classes de material circulante na ferrovia nacional e as categorias de comboios da base de dados do modelo RMR96/SMRII. Para além desta informação, introduzem-se os restantes dados de entrada necessários:

- Número médio de movimentos;
- Horário de movimentos relativos a cada tipologia de comboios;
- Respetivas velocidades de circulação características.

III - Fontes industriais

Os dados de entrada são obtidos a partir das medições efetuadas de acordo com as metodologias descritas nas seguintes normas:

- ISO 8297:1994 – “*Acoustics – Determination of sound power levels of multi source industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment – Engineering method*”.
- EN ISO 3744:2010 – “*Acoustics -- Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure -- Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane*”;
- EN ISO 3746:2010 – “*Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure. Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*”.

IV - Aeroportos

No caso dos aeroportos, os dados estruturais de entrada podem ser agrupados em dois grupos: geometria do aeroporto e tráfego aéreo. A geometria do aeroporto engloba a descrição e as diferentes configurações das pistas. No que concerne ao tráfego aéreo é englobada a informação do número de movimentos de aeronaves específicas ou por categoria de aeronave em cada pista, durante diferentes períodos de tempo (ECAC.CEAC, 2005). O modelo de ruído é constituído por duas componentes: “ruído do motor” e o banco de “dados da aeronave”. A componente “ruído do motor” descreve os processos físicos da emissão e propagação de som. A componente “dados da aeronave” descreve as propriedades acústicas da aeronave bem como a sua performance e as características operacionais (ECAC.CEAC, 2005).

2.2.5. Cálculo da população exposta a partir dos mapas de ruído

Apesar de estar em estudo uma metodologia de cálculo da população exposta a ruído ambiente exterior harmonizada a nível europeu (APA, 2011a), ainda não existe uma metodologia de cálculo comum. Contudo, o cálculo em Portugal é feito com base nas recomendações constantes em *European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise* (2007), tal como regulamentado em APA (2011a).

As estimativas da população exposta a ruído ambiente exterior são feitas através de opções de cálculo que asseguram a obtenção de resultados conforme o recomendado pela APA (2011a). O cálculo do número de pessoas que vivem em habitações expostas é realizado para uma altura de 4 m, na fachada mais exposta, para cada uma das seguintes gamas de valores de L_{den} e L_n (v. Tabela 3).

Tabela 3 - Classes acústicas para o indicador do período diurno-entardecer-noturno (L_{den}) e para o indicador do período noturno (L_n). Adaptado de APA (2011b).

Classes acústicas do indicador L_{den} (dB(A))	Classes acústicas do indicador L_n (dB(A))
$L_{den} \leq 55$	$L_n \leq 45$
$55 < L_{den} \leq 60$	$45 < L_n \leq 50$
$60 < L_{den} \leq 65$	$50 < L_n \leq 55$
$65 < L_{den} \leq 70$	$55 < L_n \leq 60$
$L_{den} > 70$	$L_n > 60$

Apesar de o cálculo da população exposta só ser obrigatório para os MER, a Eco 14, usando a mesma abordagem, faz esse cálculo também para os MMR. Segundo o Anexo 1 da DRA, para fins da elaboração de MER, no que se refere à exposição a ruído dentro dos edifícios e na sua proximidade, os pontos de avaliação são fixados na fachada mais exposta.

Em *European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise* (2007), é estabelecida a metodologia para distribuir a população residente pelos edifícios habitacionais dependendo da informação disponível. No entanto, como em a APA (2011a), o procedimento mais comum para o cálculo da população exposta a um determinado nível sonoro é o seguinte:

- Determinar os níveis sonoros incidentes no edifício habitacional;
- Atribuir o maior nível sonoro incidente ao edifício, como sendo o nível sonoro da fachada mais exposta;
- Determinar a população da área de cada subsecção onde recai o mapa e atribuir igual proporção de população (determinar a população residente na área mapeada), tendo em conta os dados da população residente por subsecção estatística;
- Distribuir essa população residente por subsecção estatística, pelos edifícios habitacionais, proporcionalmente ao volume de cada edifício.

2.3. Mapas de ruído à escala municipal em Portugal

O Artigo 5.º do RGR incumbe a APA de centralizar a informação relativa a ruído ambiente exterior. Deste modo, a APA reúne e disponibiliza informação referente aos MMR para articulação com o PDM. Segundo essa informação disponibilizada, em Maio de 2015, apenas 137 municípios de Portugal Continental (*i.e.* 49,3 %) haviam remetido à APA a informação relativa aos respetivos MMR adaptados ao RGR (APA, 2015a). Pelo contrário, 141 municípios de Portugal continental (*i.e.* 50,7 %) não haviam ainda enviado os seus mapas de ruído adaptados ao RGR. Não obstante, dentro do grupo de municípios com mapas de ruído, só alguns executaram planos municipais de redução de ruído para zonas que ultrapassam os limites fixados pelo RGR. No entanto, os planos municipais de redução de ruído deveriam ser executados num prazo máximo de dois anos após a entrada em vigor do RGR (até 2009).

Relativamente aos MER de aglomerações, em janeiro de 2015, apenas Lisboa e Oeiras haviam entregado os seus mapas (APA, 2015b). Dos seis municípios obrigados a elaborar/rever, no âmbito da DRA, mapas estratégicos de ruído, Porto, Amadora, Odivelas e Matosinhos estavam em falta, apesar de estarem em fase de realização. Como agravante, estes seis municípios deveriam ter entregado os seus MER à APA até fevereiro de 2012.

Devido às situações de incumprimento, como é o caso de Portugal, os dados centralizados pela CE referentes a toda a UE, não estão ainda completos. Os dados referentes à primeira fase de implementação, estão quase completos – entre 86 % e 95 % da informação foi entregue – enquanto na segunda fase foi entregue a informação de cerca de 44 % a 63 % dos MER.

3. Metodologia

3.1. Considerações gerais

A metodologia adotada foi estruturada de modo a reunir dados que permitissem responder aos objetivos propostos. Uma vez que os dados disponíveis de população exposta por município não correspondiam à totalidade de municípios de Portugal Continental, foi necessária a construção de modelos estatísticos. Para a sua construção houve a necessidade da obtenção de dados suplementares para a criação de variáveis que traduzissem as características de cada município. A metodologia adotada seguiu os seguintes pontos:

- I – Compilação de mapas de ruído à escala municipal;
- II – Obtenção de dados complementares;
- III – Tratamento de informação e criação dos modelos.

3.2. Compilação de mapas de ruído à escala municipal

O foco deste trabalho situou-se na pesquisa e reunião de mapas de ruído à escala municipal, sejam MMR ou MER de aglomerações. Tendo por base os objetivos propostos, a atenção centrou-se nos respetivos relatórios e resumos não técnicos, passíveis de apresentarem os resultados relativos à população exposta a diferentes gamas de ruído. Paralelamente, foi necessário verificar a conformidade dos mapas com a legislação vigente, ou seja, se os mapas foram elaborados de acordo com os indicadores L_{den} e L_n . Assim, mapas anteriores ao RGR foram descartados.

A Eco 14, através do Laboratório de acústica e vibrações (LabAv), tem vindo, ao longo dos anos, a executar mapas de ruído à escala municipal em todas as regiões de Portugal – conferindo uma amostra de municípios com diversas características. Através da base de dados da Eco 14, obteve-se os relatórios e resumos não técnicos de mapas de ruído de 26 municípios, em conformidade com os indicadores L_{den} e L_n .

Tabela 4 - Documentos referentes a mapas de ruído à escala municipal elaborados pela ECO14.

Município	Tipologia do documento
Aljustrel	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2012a)
Almodôvar	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2012b)
Aveiro	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2009e)
Barcelos	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2009a)
Castanheira de Pera	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2015)
Ferreira do Alentejo	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2012c)
Figueiró dos Vinhos	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2009f)
Ílhavo	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2009b)
Mealhada	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2012e)
Mirandela	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 - Serviços e Consultadoria Ambiental, 2014a)
Moimenta da Beira	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2014)
Monção	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2008c)
Montemor-o-Velho	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 - Serviços e Consultadoria Ambiental, 2014b)
Murtosa	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2009d)
Moura	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2011)
Oliveira do Bairro	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2013)
Ourique	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2012d)
Ovar	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental & Lugar do Plano, 2013)
Paredes	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Enarpur, Estudos Atmosféricos e Energia. e Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2010)
Pedrogão Grande	Relatório - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2008d)

Município	Tipologia do documento
Póvoa de Lanhoso	Relatório - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2009c)
Santo Tirso	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2008a)
Sever do Vouga	Relatório - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2010)
Tondela	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2009g)
Vagos	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2008e)
Vieira do Minho	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, 2008b)

Adicionalmente, através da APA e de algumas câmaras municipais, procedeu-se à recolha e análise de outros documentos relativos a mapas de ruído à escala municipal, passíveis de apresentar dados de população exposta. Os municípios para os quais se obteve dados suplementares sobre a população exposta, em conformidade com os indicadores L_{den} e L_n , encontram-se resumidos na Tabela 5.

Tabela 5 - Documentos referentes a mapas de ruído à escala municipal, obtidos através da APA e Câmaras Municipais.

Município	Tipologia do documento
Almeida	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (PROGITAPE, 2012)
Batalha	Relatório - Mapas municipais de ruído (Laboratório de Acústica, 2007b)
Cascais	Relatório - Plano municipal de redução do ruído (CERTIPROJECTO, 2011)
Leiria	Relatório - Mapas municipais de ruído (Laboratório de Acústica, 2007c)
Lisboa	Relatório - Plano de ação de ruído municipal (Câmara Municipal de Lisboa, 2014)
Matosinhos	Relatório - Mapas municipais de ruído (Câmara Municipal de Matosinhos, 2012)
Oeiras	Memória descritiva - Mapas estratégicos de ruído (Ferreira, 2013)
Ourém	Relatório - Mapas municipais de ruído (Laboratório de Acústica, 2007a)
Pombal	Relatório - Mapas municipais de ruído (Laboratório de Acústica, 2007d)

Município	Tipologia do documento
Porto	Relatório - Plano municipal de redução do ruído (Núcleos de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Acústica - FEUP, 2014)
Porto de Mós	Relatório - Mapas municipais de ruído (Laboratório de Acústica, 2007e)
Póvoa de Varzim	Resumo não técnico - Mapas municipais de ruído (dB Lab - Laboratório de Acústica e Vibrações, 2009)

No total, obteve-se informação relativa a 38 municípios, o que corresponde a 13,7 % do número de municípios de Portugal Continental e equivale a 24,1 % da população. A Figura 2 representa os municípios de Portugal Continental para os quais se obteve dados referentes à população exposta a ruído ambiente.

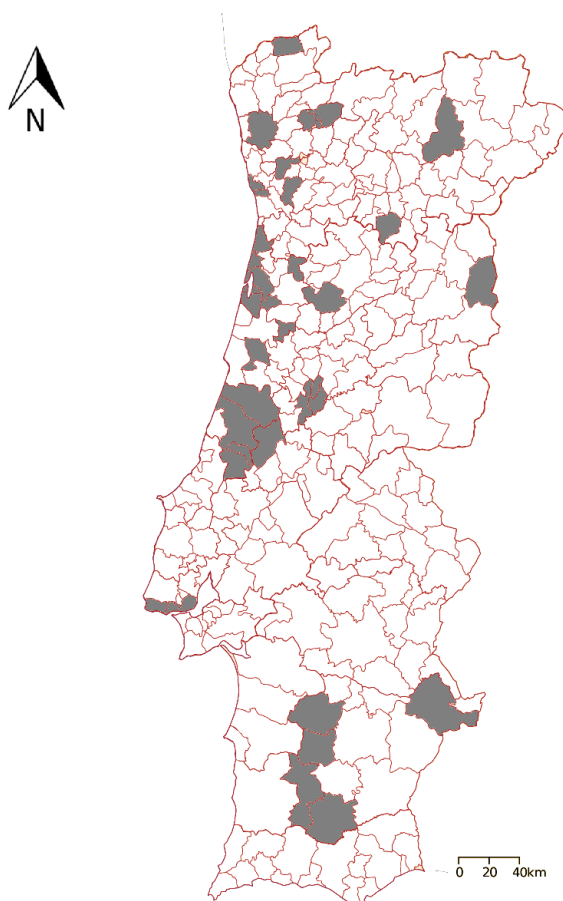


Figura 2 - Representação dos municípios para os quais se obteve dados referentes à população exposta a ruído ambiente.

A informação extraída dos documentos foi compilada para os indicadores L_{den} e L_n . Apesar dos documentos apresentarem a informação em gamas de 5 dB(A), os intervalos apresentados diferiam de documento para documento. Nos documentos analisados, a

informação era apresentada em forma de percentagem (percentagem de população exposta), ou em termos absolutos (número de pessoas expostas). O Anexo 1 (L_{den}) e o Anexo 3 (L_n) apresentam uma síntese dos dados de população exposta, em percentagem, segundo os documentos da ECO14 consultados. Os dados retirados de documentos de outras entidades, são apresentados em termos absolutos no Anexo 2 (L_{den}) e Anexo 4 (L_n).

Para os municípios em que a população exposta era dada em percentagem, converteu-se esses dados em valores absolutos. Para tal usou-se a seguinte equação:

$$\text{Número de pessoas expostas} = \text{Percentagem} \times \text{População} \quad (2)$$

Onde,

Percentagem – corresponde ao valor em percentagem de população exposta para uma dada gama;

População – corresponde ao número de habitantes do município, de acordo com os Censos 2011.

Uma vez que os dados recolhidos eram organizados em diferentes intervalos gamas de 5 dB(A) (v. Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3 et Anexo4), houve a necessidade de uniformizar a amostra. Para tal, organizou-se a informação de acordo com os intervalos de gamas de 5 dB(A) discriminados na Tabela 6.

Tabela 6 - Intervalos considerados para organização e uniformização dos dados recolhidos.

Intervalos considerados (dB(A))				
$L_{den} \leq 55$	$55 < L_{den} \leq 60$	$60 < L_{den} \leq 65$	$65 < L_{den} \leq 70$	$L_{den} > 70$
$L_n \leq 45$	$45 < L_n \leq 50$	$50 < L_n \leq 55$	$55 < L_n \leq 60$	$L_n > 60$

As gamas de exposição foram organizadas de acordo com os intervalos de gamas identificados por APA (2011b), constituindo deste modo, as diferentes variáveis dependentes a considerar no modelo (v. Anexo 5).

3.3. Obtenção de dados complementares

Dada a necessidade de recorrer a modelos para se estimar a população exposta a ruído ambiente nos municípios de que não se dispunha de dados, foi necessário criar

algumas variáveis independentes para contruir os modelos. Foi, deste modo, necessária a obtenção de dados que caracterizassem cada município de Portugal Continental. A escolha desses dados teve como base características que estivessem relacionadas com a qualidade de ruído ambiente. Desde modo foram criadas quatro variáveis:

- População residente;
- Densidade populacional [habitantes/km²];
- Densidade de GIT [km/km²];
- Número de veículos.

3.3.1. População residente

Uma vez que se pretendia avaliar a população exposta a ruído ambiente, a variável “população residente” tornou-se fulcral no âmbito deste trabalho. Os dados da população residente considerados foram os dos Censos 2011 (Instituto Nacional de Estatística, 2014), mais concretamente a população residente por local de residência (município) à data dos Censos 2011. Os dados da variável “população residente” para construção do modelo encontram-se organizados no Anexo 7. Relativamente aos dados da variável “população residente” dos restantes municípios, encontram-se sintetizados no Anexo 6.

3.3.2. Densidade de GIT

O ruído ambiente está estritamente relacionado com as vias de transporte terrestre – a principal fonte de ruído ambiente é o tráfego rodoviário (AEA, 2014b). Considerar uma variável que exponha a rede viária de cada município, foi de extrema importância para o âmbito deste trabalho.

Dada a dificuldade de se conhecer a extensão de toda a rede rodoviária de cada município e devido ao facto de diferentes vias terem diferentes fluxos de veículos, optou-se por considerar apenas as GIT terrestres relativas ao tráfego rodoviário e ferroviário – e como tal aquelas que são passíveis de produzir mais ruído ambiente:

- Grandes Infraestruturas de Transporte rodoviário (GITr);
- Grandes Infraestruturas de Transporte ferrovário (GITf).

Usou-se como referência a lista de troços de via, que segundo o Instituto da Mobilidade e dos Transportes, constituem GIT. Essa lista é disponibilizada pela APA:

- Tabela das grandes infraestruturas de transporte rodoviário (APA, 2015c);
- Tabela das grandes infraestruturas de transporte ferroviário (APA, 2015d).

Tendo por base esta informação, procedeu-se à medição da extensão de GIT em cada município de Portugal Continental. Recorreu-se à ferramenta *Google Earth Pro*, versão 6.2, para medir a distância que cada troço de via considerada GIT percorria dentro dos limites de um município. A extensão das vias foi então convertida em “densidade de GIT”, de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Densidade de GIT} = \frac{\text{Extensão de GIT}}{\text{Área do município}} \quad (3)$$

Onde:

Densidade de GIT – densidade de vias consideradas GIT do município [km.km⁻²];

Extensão de GIT – extensão de GIT do município [km];

Área – área do município [km²].

Não foram consideradas as Grandes Infraestruturas de Transporte aéreo (GITa) tendo como premissas os seguintes pressupostos:

- O impacto do ruído ambiente das GITa é localizado, ao contrário das GITr e GITf;
- Em Portugal Continental apenas há duas GITa (Aeroporto da Portela e Aeroporto Sá Carneiro), localizados nas imediações, ou em municípios, para os quais se possuía informação de população exposta (Matosinhos, Porto, Lisboa). Como tal, o ruído relativo aos aeroportos está considerado nos mapas de ruído desses municípios;

Os valores de entrada da variável independente “densidade de GIT”, para construção do modelo, podem ser consultados no Anexo 7. Os valores para os restantes municípios encontram-se discriminados no Anexo 6.

3.3.3. Número de veículos

Tendo presente, uma vez mais, a premissa de que o tráfego rodoviário é a principal fonte de ruído ambiente, o número de veículos de cada município surge como uma importante variável a considerar. Neste âmbito, recorreu-se aos dados do “parque automóvel seguro”, disponibilizados pela Autoridade de Supervisão de Seguros e de Fundo de Pensões (2015), referentes ao ano de 2014, para cada município. Esses dados contemplam algumas considerações de onde se destacam as seguintes:

- Apenas são considerados os veículos com matrícula;
- Apenas são considerados os veículos com seguro.

Os valores do parque automóvel de cada município foram obtidos pelo somatório de todos os veículos com seguro, exceto aqueles que não geram ruído, designadamente os velocípedes. No Anexo 7 encontram-se discriminados os valores referentes ao parque automóvel de cada município, para criação dos modelos. Os valores para os restantes municípios encontram-se no Anexo 6.

3.3.4. Densidade populacional

Os dados da variável independente “densidade populacional” foram obtidos a partir do portal do Instituto Nacional de Estatística (2014) e correspondem aos dados à data dos Censos 2011. Os dados da variável independente para construção dos modelos está disponível no Anexo 7, enquanto os dados para os restantes municípios se encontra no Anexo 6.

3.4. Modelos de regressão

Reunida toda a informação referente às variáveis de entrada, iniciou-se a fase de desenvolvimento do modelo, através da análise de regressão, criando expressões matemáticas que traduzem os valores de população exposta a ruído ambiente em cada município, com recurso ao *software* estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 23.

A análise de regressão estuda o relacionamento entre uma variável dita variável dependente (ou variável explicada) e outras variáveis ditas independentes (ou variável

explicativa). Este relacionamento pode ser exposto por um modelo matemático, ou seja, por uma equação que associa a variável dependente com as variáveis independentes. Este modelo designa-se modelo de regressão linear simples – quando define uma relação linear entre a variável dependente e uma variável independente – ou modelo de regressão linear múltipla – quando são incorporadas várias variáveis independentes.

O modelo de avaliação adotado foi um modelo de análise de regressão linear, mais concretamente designado por modelo de regressão linear univariado, assim designado por expressar uma reação entre uma variável (Y) e uma ou mais variáveis independentes (X_j ; $j=1, \dots, n$), caracterizado pela seguinte expressão (Maroco, 2007):

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_p X_{pj} + \varepsilon_j (j = 1, \dots, n) \quad (4)$$

Onde:

Y_j = variável dependente, endógena ou explicada;

X_{pj} = variável independente, exógena ou explicativa;

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_p$ = parâmetros do modelo parâmetros do modelo – coeficientes de regressão das variáveis exógenas;

ε_j = erros aleatórios do modelo;

n – é o número de objetos da amostra

O modelo de regressão linear é um processo estatístico onde se pretende encontrar um modelo linear válido que permita, a partir de uma ou mais variáveis independentes, explicar e fazer previsões para uma variável dependente. O uso do modelo de regressão linear proposto, com o objetivo de estimação e inferência de relações funcionais entre a variável dependente e as variáveis independentes, está sujeito à validação de um conjunto de pressupostos (Maroco, 2007). É necessário que as variáveis independentes sejam ortogonais, ou seja, não estejam correlacionadas ou, no máximo, apresentem correlações fracas. No que respeita aos erros, o modelo usado exige que sejam independentes, aleatórios e com distribuição normal de média zero e variância constante. Assim, a regressão linear só deverá continuar depois de estimar os coeficientes da regressão, com a validação dos pressupostos respeitantes aos erros ou resíduos, bem como à ortogonalidade entre as variáveis independentes (Maroco, 2007).

3.4.1. Determinação dos coeficientes de regressão

O primeiro passo de uma regressão linear é estimar os coeficientes do modelo de regressão a partir da amostra representativa reunida. No método dos mínimos quadrados, as estimativas dos coeficientes da regressão são obtidas de modo a que os erros do modelo sejam mínimos, calculados como a diferença entre os valores observados, y_i , e os valores estimados, \hat{y}_i , ou seja:

$$e_i = y_i - \hat{y}_i, i = 1, \dots, n \quad (5)$$

Em termos gráficos consiste em fazer passar a reta o mais próximo possível dos valores de Y , onde os resíduos são representados pelas distâncias entre os valores observados e os valores ajustados, como mostra a Figura 3.

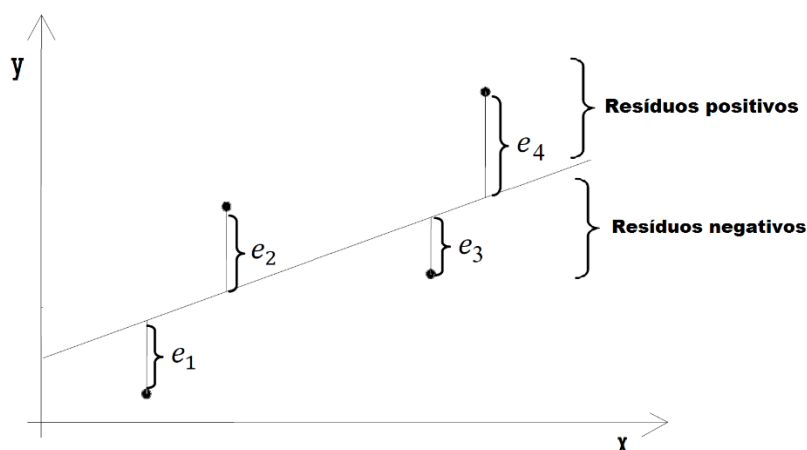


Figura 3 - Representação gráfica dos resíduos.

O método dos mínimos quadrados permite obter os valores de $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ para os quais a soma dos quadrados dos resíduos é mínima, o que se traduz num método algo complexo. Felizmente, *softwares* de análise estatística como o SPSS possuem módulos suficientemente extensos de regressão linear que evitam a necessidade de estimar os coeficientes de regressão.

3.4.2. Significância global do modelo e significância dos seus parâmetros

O “teste F” (ANOVA) à significância global do modelo permite verificar se as variáveis independentes influenciam a variável dependente, ou seja, se o modelo pode ser aplicado para fazer previsões para a variável dependente – população exposta a uma determinada classe de ruído ambiente. Desta forma, o teste ANOVA permite verificar se existe pelo menos uma variável independente com coeficiente não nulo, isto é, se o modelo é válido para inferência. A ANOVA permite testar as hipóteses:

$$\begin{cases} H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n = 0 \\ H_1: \exists i: \beta_i \neq 0 \ (i = 1, \dots, n) \end{cases} \quad (6)$$

Através da análise da variância do modelo, feita a partir do teste de F, obtém-se o *p-value* (sig). As decisões a tomar são:

- Não rejeitar H_0 se a significância for superior aos níveis usuais de significância (0,01; 0,05 ou 0,1);
- Rejeitar H_0 se a significância for inferior aos níveis usuais de significância (0,01; 0,05 ou 0,1).

Por outras palavras se o *p-value* < 0,1 (nível de significância usual de 10%) rejeita-se H_0 , pelo que se pode dizer que o modelo é significativo para esse nível de significância.

Os “testes t” permitem avaliar a significância dos parâmetros do modelo, ou seja, se os coeficientes da reta da regressão são significativos. As hipóteses a testar são:

$$\begin{cases} H_0: \beta_1 = 0 \\ H_1: \beta_1 \neq 0 \end{cases} \quad (7)$$

Enquanto as decisões a tomar são:

- Não rejeitar H_0 se a significância for superior aos níveis usuais de significância (0,01; 0,05 ou 0,1);
- Rejeitar H_0 se a significância for inferior aos níveis usuais de significância (0,01; 0,05 ou 0,1).

Assim, se o *p-value* < 0,1 (nível de significância usual de 10%) rejeita-se H_0 , podendo-se dizer que a variável é significativa para esse nível de significância..

3.4.3. Avaliação da qualidade do modelo

A qualidade do modelo é avaliada através de diferentes indicadores disponíveis nas tabelas “sumarização do modelo” geradas pelo SPSS. O coeficiente de determinação (R^2), exprime a percentagem de variação de população exposta a ruído ambiente, que é explicada pelo modelo. Deste modo, o R^2 representa a probabilidade das variáveis independentes explicarem a variação da variável dependente (população exposta a uma determinada classe de ruído ambiente).

Segundo Maroco (2007) o valor de R^2 que se considera produzir um ajustamento adequado é algo subjetivo, uma vez que, por exemplo, para as ciências sociais, valores de $R^2 > 0,5$ são considerados aceitáveis para o ajustamento do modelo aos dados. O mesmo se aplica a este trabalho, considerando que os dados proveem de diferentes fontes e foram obtidos por diferentes metodologias de cálculo.

O coeficiente de correlação (R) revela a relação entre os valores observados e os valores estimados de população exposta a ruído ambiente, enquanto o coeficiente de determinação ajustado expõe qual a percentagem da população exposta que é explicada pelo modelo.

Finalmente, o erro padrão da regressão mede a precisão das estimativas, ou seja, traduz os erros de predição.

3.4.4. Pressupostos do modelo

Para que um modelo numérico seja aceite e empregue na estimativa de valores deve obedecer a algumas condições. Essas condições são chamadas de pressupostos do modelo de regressão linear, e são:

- a) A relação existente entre Y e X é linear;
- b) Os erros são independentes com média nula;
- c) $V[\varepsilon_i] = \sigma^2$, $i = 1, \dots, n$ (variância do erro é constante);
- d) Os erros ε_i , $i = 1, \dots, n$, têm distribuição normal;
- e) Não existência de relação exata entre variáveis independentes.

a) A relação existente entre Y e X é linear

A análise de regressão segue o modelo de regressão linear clássico, como são exemplo as equações (8) e (9):

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} \quad (8)$$

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_p X_{pj} + \varepsilon_j \quad (9)$$

Se alguma variável X_{pj} se relaciona de modo não-linear com Y_j , surgem problemas na estimativa da equação. Neste caso este parâmetro é sempre verificado, uma vez que as variáveis dos modelos estarão já linearizadas.

b) Os erros são independentes com média nula

O pressuposto dos erros terem média nula pode ser verificado através da análise dos resíduos no quadro “Estatística de resíduos” do SPSS, enquanto a independência dos erros é avaliada através do teste Durbin-Watson. A estatística Durbin-Watson é um teste estatístico usado para detetar a presença de autocorrelação nos resíduos, cujas hipóteses são:

- H_0 : os erros não são autocorrelacionados, isto é, são independentes;
- H_1 : os erros são autocorrelacionados, isto é, não são independentes.

A Tabela 7 indica as decisões a tomar em função dos valores de teste para o nível de significância de 0,01.

Tabela 7 - Região de rejeição e não-rejeição de H_0 : não existe autocorrelação. Adaptado de Maroco (2007)

	[0; 1,176]	[1,176; 1,388]	[1,388; 2,612]	[2,612; 2,824]	[2,824; 4]
Decisão	Rejeitar H_0	Nada se pode concluir	Não rejeitar H_0	Nada se pode concluir	Rejeitar H_0
	Autocorrelação positiva				Autocorrelação negativa

Por outras palavras, valores do teste Durbin-Watson entre 1,388 e 2,612 significa que os erros são independentes.

c) Variância do erro é constante

A homocedasticidade verifica-se quando a variância dos erros é constante. Se esta propriedade fundamental não for verificada, toda a análise estatística estará comprometida. Deste modo, os erros devem ser aleatórios, caso contrário tem-se heterocedasticidade, ou seja, os erros ocorrem com tendência. O pressuposto da homocedasticidade dos erros pode ser verificado através do diagrama de dispersão entre os resíduos e os valores previstos estandardizados. No diagrama de dispersão, os pontos devem apresentar um padrão de variabilidade constante em torno da reta, observando-se uma “nuvem” de pontos dispostos de forma dispersa. Assim, não evidenciando qualquer padrão, considera-se o pressuposto verificado.

d) Os erros tem distribuição normal

A análise da regressão baseia-se na hipótese de os erros seguirem uma distribuição normal. A condição de normalidade é fundamental para a definição de intervalos de confiança e testes de significância. A normalidade dos resíduos pode ser analisada através do gráfico *P-P plot* ou através de alguns testes, nomeadamente o teste de Kolmogorov-Smirnov. No gráfico *P-P plot* pode-se visualizar a distribuição de probabilidades dos valores observados com os valores esperados, segundo uma distribuição normal, representada por uma diagonal. Se a normalidade se verificar, as observações registadas aproximam-se dessa diagonal, sem nenhum afastamento significativo.

O teste exato da distribuição dos resíduos Kolmogorov-Smirnov pode ser usado para testar as hipóteses:

- H_0 : A distribuição é normal
- H_1 : A distribuição não é normal

Este teste examina a máxima diferença absoluta entre a função de distribuição acumulada assumida pelos dados, neste caso da distribuição normal, e a função de distribuição empírica dos dados. Então, quando se testa a normalidade, as decisões são:

- Não rejeitar H_0 se a significância for superior aos níveis de significância usuais;
- Rejeitar H_0 se a significância for inferior aos níveis de significância usuais.

e) Não existência de relação exata entre variáveis independentes

Duas ou mais variáveis são colineares se um dos vetores é uma combinação linear dos outros (como se fossem retas paralelas). Apenas a correlação entre variáveis independentes é problemática. Quando existem mais de duas variáveis independentes relacionadas fortemente diz-se que há multicolinearidade, o que não é desejável, pois a multicolinearidade afeta fortemente os coeficientes da equação de regressão. A multicolinearidade pode ser diagnosticada de várias formas. Um delas é a análise do Fator de Inflação da Variância (FIV).

Valores superiores a 5 (Montgomery *et al.*, 2012) indicam problemas com a estimação dos coeficientes devido à presença de multicolinearidade nas variáveis independentes.

3.4.5. Construção dos modelos

Partindo das quatro variáveis independentes obtidas (“população residente”, “densidade populacional”, “densidade de GIT” e “número de veículos”) foi necessário selecionar as variáveis de modo a obter o melhor modelo. Uma vez que se previa a existência de correlações significativas entre as variáveis independentes, optou-se pelo método *Stepwise*.

O método *Stepwise* permite a remoção de variáveis cuja importância no modelo seja reduzida pela adição de novas variáveis. Este procedimento termina quando nenhuma das variáveis independentes ainda de fora, consegue entrar no modelo sem que nenhuma das variáveis independentes seja expulsa do modelo.

De modo a obter modelos válidos e o melhor modelo possível, foram criados 30 modelos diferentes para cada gama de ruído considerada, o que significa que, no total, foram construídos 300 modelos diferentes. Por se suspeitar de um comportamento não linear de algumas variáveis, foram criados modelos usando diferentes combinações de variáveis linearizadas. As equações (10), (11) e (12), exemplificam algumas das abordagens seguidas.

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 \ln(X_{1j}) + \dots + \beta_p X_{pj} \quad (j = 1, \dots, n) \quad (10)$$

$$\ln(Y_j) = \beta_0 + \beta_1 \ln(X_{1j}) + \dots + \beta_p X_{pj} \quad (j = 1, \dots, n) \quad (11)$$

$$\ln(Y_j) = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \dots + \beta_p \ln(X_{pj}) \quad (j = 1, \dots, n) \quad (12)$$

Criados os modelos, a escolha do modelo a usar foi feita segundo as seguintes considerações:

- a) Maior R^2 ajustado;
- b) Menor erro padrão da estimativa;
- c) Verificação dos pressupostos do modelo.

Após a seleção dos melhores modelos, foi necessário proceder à sua avaliação, bem como à verificação dos pressupostos para cada modelo.

4. Resultados e discussão

4.1. Modelos para o indicador L_{den}

4.1.1. Significância global do modelo e significância dos seus parâmetros

A Tabela 8 apresenta as variáveis introduzidas no modelo bem como os parâmetros de avaliação da significância global do modelo e dos respetivos parâmetros.

Tabela 8 - Síntese dos modelos escolhidos, bem como as respetivas significâncias globais e significâncias dos seus parâmetros

Variável dependente	Coeficientes não padronizados				ANOVA (Sig.)
	Modelo	Coeficiente da variável	Sig.	FIV	
In ($L_{den} \leq 55$)	(constante)	0,694	0,013	-	0,000
	In (população residente)	0,906	0,000 *	1,000	
In ($55 < L_{den} \leq 60$)	(constante)	- 2,167	0,082	-	0,000
	In (parque automóvel)	0,968	0,000 *	2,125	
	Densidade de GIT	1,434	0,031 **	2,125	
In ($60 < L_{den} \leq 65$)	(constante)	- 6,133	0,000	-	0,000
	In (população residente)	1,311	0,000 *	1,000	
In ($65 < L_{den} \leq 70$)	(constante)	- 8,207	0,000	-	0,000
	In (população residente)	1,447	0,000 *	1,000	
In ($L_{den} > 70$)	(constante)	- 8,800	0,001	-	0,000
	In (população residente)	1,416	0,000 *	1,000	

Nota: * Significativo para os níveis de significância de 0,01; 0,05 e 0,1

** Significativo para os níveis de significância de 0,05 e 0,1

Analisando as significâncias globais do modelo, verifica-se que todos os modelos são altamente significativos, ou seja, os modelos podem ser aplicados para fazer previsões para as variáveis dependentes (população exposta a uma determinada classe de ruído). Relativamente às significâncias das variáveis, verifica-se que a variável independente “Densidade de GIT”, do modelo “ $55 < L_{den} \leq 60$ ” é significativa para os níveis de significância

de 0,05 e 0,1. Todas as outras são significativas para todos os níveis de significância usuais. Conclui-se assim que todas as variáveis são estatisticamente significativas.

O único modelo que inclui mais do que uma variável independente ($55 < L_{den} \leq 60$) apresenta um FIV inferior a 5, verificando-se o pressuposto da não existência de relação exata entre variáveis independentes.

4.1.2. Qualidade dos modelos e verificação dos restantes pressupostos

No que respeita aos modelos criados para L_{den} , os indicadores de qualidade do modelo, bem como a informação relativa aos erros, encontram-se organizados na Tabela 9.

Tabela 9 - Sumarização dos indicadores de qualidade e erros dos modelos para L_{den} .

Modelo	R	R ²	R ² ajustado	Erro padrão da estimativa	Durbin-Watson	Média dos resíduos	Kolmogorov-Smirnov (Sig.)
$L_{den} \leq 55$	0,986	0,972	0,971	0,196	2,452	0,000	0,026 **
$55 < L_{den} \leq 60$	0,916	0,840	0,830	0,643	2,599	0,000	0,200 *
$60 < L_{den} \leq 65$	0,910	0,829	0,824	0,755	2,350	0,000	0,054 **
$65 < L_{den} \leq 70$	0,905	0,820	0,814	0,850	1,937	0,000	0,200 *
$L_{den} > 70$	0,972	0,944	0,942	0,275	2,081	0,000	0,200 *

Nota: *Este é um limite inferior da significância verdadeira.

** Significativo para os níveis de significância de 0,01; 0,05 e 0,1.

Através dos diferentes indicadores dos modelos pode-se avaliar a qualidade dos mesmos. Pela observação dos coeficientes de determinação (R^2) pode-se afirmar que o valor mais baixo corresponde ao modelo “ $65 < L_{den} \leq 70$ ”, com o valor 0,820. Isso significa que 82,0% da variação da população exposta a gamas entre os 65 dB(A) e 70 dB(A) é explicada pelo modelo. Os restantes 18,0 % da variação são explicados por outros fatores. Pelo contrário, o coeficiente de determinação mais elevado corresponde ao modelo “ $L_{den} \leq 55$ ” (0,972). O coeficiente de determinação ajustado mais baixo (0,814) – que corresponde ao modelo “ $65 < L_{den} \leq 70$ ” – expõe que 81,4 % da variância da população exposta a gamas entre os 65 dB(A) e 70 dB(A) é explicada pelo modelo.

O coeficiente de correlação (R) mais baixo encontrado foi de 0,905 ($65 < L_{den} \leq 70$). Mesmo sendo o mais baixo, esse valor revela uma relação de intensidade forte entre os

valores observados e os valores estimados da população exposta a gamas entre os 65 dB(A) e 70 dB(A).

Relativamente aos erros padrão da regressão – que medem a precisão das estimativas – o maior valor encontrado corresponde, uma vez mais, ao modelo “ $65 < L_{den} \leq 70$ ”. Esse valor (0,850 %) revela que, em média, o erro de precisão é de 0,850 %. Isto significa que, em média, a variável independente “ln (população residente)” estimada, afasta-se 0,850 % da realidade.

Deste modo, verifica-se que, de acordo com os coeficientes da regressão, a qualidade de todos os modelos é bastante elevada. Do mesmo modo, os erros padrão da estimativa são bastante baixos, considerando-se a qualidade de todos os modelos satisfatória.

A independência dos erros é dada pela estatística Durbin-Watson. Como se pode observar na Tabela 9, todos os valores do teste situam-se entre 1,388 e 2,612, o que permite afirmar que os erros não são autocorrelacionados, ou seja, são independentes. De igual modo, verifica-se o pressuposto de os erros terem média nula. A normalidade da distribuição dos erros é verificada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Uma vez que todas as significâncias são superiores a 0,01, pode-se considerar que a distribuição dos erros é normal. Não obstante, a normalidade da distribuição dos erros pode ser verificada através de gráficos da regressão dos resíduos dispostos na Figura 4.

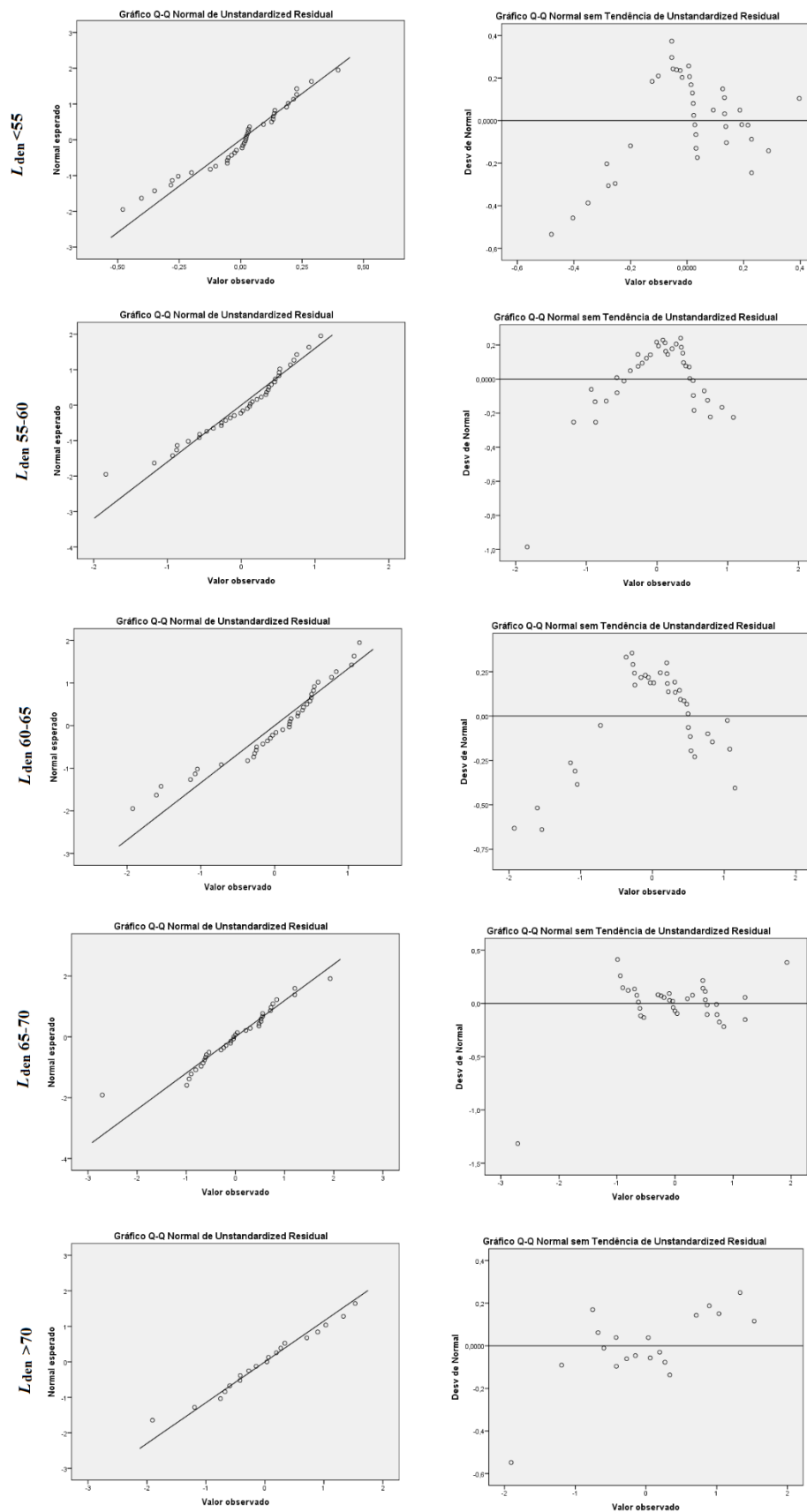


Figura 4 - Gráficos da regressão dos resíduos e diagramas de dispersão dos resíduos.

Da análise dos gráficos da Figura 4 constata-se que, adicionalmente ao teste Kolmogorov-Smirnov, os resíduos apresentam uma distribuição normal, uma vez que as observações se aproximam da reta sem nenhum afastamento significativo. Através dos diagramas de dispersão dos resíduos, é possível verificar que a variância do erro é constante. Como para todos os modelos os resíduos se distribuem aleatoriamente em torno de zero, conclui-se que os resíduos têm distribuição normal.

4.1.3. Modelos para e estimativa da população exposta às diferentes classes de ruído

Uma vez verificada a qualidade dos modelos e validados os pressupostos do modelo de regressão linear, pode-se considerar os modelos propostos como válidos. É assim possível prever o comportamento da variável dependente, o “número de pessoas expostas”, em função do comportamento das variáveis independentes inseridas em cada modelo. As equações (13), (14), (15), (16) e (17) que descrevem o modelo, para as diferentes gamas de ruído em dB(A), encontram-se organizadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Modelos de previsão da população exposta a diferentes classes sonoras para o indicador L_{den} .

Nº de pessoas expostas	Modelo
$L_{den} \leq 55$	$e^{0,694+0,906 \times \ln(\text{população residente})}$ (13)
$55 < L_{den} \leq 60$	$e^{-2,167+0,968 \times \ln(\text{parque automóvel})+1,434 \times \text{densidade de GIT}}$ (14)
$60 < L_{den} \leq 65$	$e^{-6,133+1,311 \times \ln(\text{população residente})}$ (15)
$65 < L_{den} \leq 70$	$e^{-8,207+1,447 \times \ln(\text{população residente})}$ (16)
$L_{den} > 70$	$e^{-8,8+1,416 \times \ln(\text{população residente})}$ (17)

Apenas o modelo “ $55 < L_{den} \leq 60$ ” englobou duas variáveis independentes (“parque automóvel” e “densidade de GIT”). Os restantes quatro modelos possuem a “população residente” como variável independente.

4.2. Modelos para o indicador L_n

4.2.1. Significância global do modelo e significância dos seus parâmetros

A Tabela 11 apresenta as variáveis introduzidas no modelo bem como os parâmetros de avaliação da significância global do modelo e da significância dos respetivos parâmetros.

Tabela 11 - Síntese dos modelos escolhidos, bem como as respetivas significâncias globais e significâncias dos seus parâmetros

Variável dependente	Coeficientes não padronizados			ANOVA (Sig.)
	Modelo	Coeficiente da variável	Sig.	
In ($L_n \leq 45$)	(constante)	0,746	0,093	0,000
	In (parque automóvel)	0,923	0,000 *	
In ($45 < L_n \leq 50$)	(constante)	- 4,307	0,000	0,000
	In (parque automóvel)	1,229	0,000 *	
In ($50 < L_n \leq 55$)	(constante)	- 5,424	0,000	0,000
	In (população residente)	1,256	0,000 *	
In ($55 < L_n \leq 60$)	(constante)	- 7,480	0,000	0,000
	In (parque automóvel)	1,433	0,000 *	
In ($L_n > 60$)	(constante)	- 2,246	0,603	0,034
	In (população residente)	0,912	0,034 **	

Nota: * Significativo para os níveis de significância de 0,01; 0,05 e 0,1

** Significativo para os níveis de significância de 0,05 e 0,1

Analisando as significâncias globais do modelo, constata-se que todos os modelos são altamente significativos, ou seja, os modelos podem ser aplicados para fazer previsões para as variáveis dependentes (população exposta a uma determinada classe de ruído). Relativamente às significâncias das variáveis, verifica-se que a variável independente “In (população residente)” do modelo “ $L_n > 60$ ” é significativa para os níveis de significância de 0,05 e 0,1, enquanto todas as outras são significativas para todos os níveis de

significância usuais. Conclui-se, assim, que todas as variáveis independentes são estatisticamente significativas.

4.2.2. Qualidade dos modelos e verificação dos restantes pressupostos

No que respeita aos modelos criados para L_n , os indicadores de qualidade do modelo, bem como informação relativa aos erros, encontram-se organizados na Tabela 12.

Tabela 12 - Sumarização dos indicadores de qualidade e erros dos modelos para L_n .

Modelo	R	R ²	R ² ajustado	Erro padrão da estimativa	Durbin-Watson	Média dos resíduos	Kolmogorov-Smirnov (Sig.)
$L_n \leq 45$	0,963	0,927	0,925	0,314	2,322	0,000	0,200 *
$45 < L_n \leq 50$	0,916	0,839	0,833	0,596	2,402	-0,077	0,059 **
$50 < L_n \leq 55$	0,919	0,845	0,841	0,684	2,390	0,000	0,027 **
$55 < L_n \leq 60$	0,888	0,789	0,782	0,921	1,919	0,000	0,200 *
$L_n > 60$	0,489	0,239	0,194	1,698	2,289	0,000	0,200 *

Nota: *Este é um limite inferior da significância verdadeira.

** Significativo para os níveis de significância de 0,01; 0,05 e 0,1.

Através dos diferentes indicadores dos modelos pode-se avaliar a qualidade dos mesmos. O coeficiente de correlação (R) mais baixo encontrado foi de 0,489 ($L_n > 60$). Esse valor revela uma relação de intensidade fraca entre os valores observados e os valores estimados da população exposta a gamas superiores a 60 dB(A). O coeficiente de determinação ajustado mais baixo (0,194) – que corresponde ao modelo $L_n > 60$ – expõe que apenas 19,4 % da variância da população exposta a mais de 60 dB(A) é explicada pelo modelo.

Pela observação dos coeficientes de determinação (R^2), o valor mais baixo corresponde ao modelo $L_n > 60$, com o valor 0,239. Isso significa que 23,9 % da variação da população exposta a gamas superiores a 60 dB(A) é explicada pelo modelo. Apesar de corresponder a um valor bastante baixo, os restantes coeficientes de determinação são elevados, situando-se entre 0,789 e 0,927. Maroco (2007) considera que o valor de R^2 que se considera produzir um ajustamento adequado, é subjetivo, dependendo do âmbito. Goldberg (1991) argumenta que o coeficiente de determinação não tem importância no

modelo de regressão clássico, já que trata de parâmetros da população, não da qualidade do ajustamento da amostra. Cameron (1993) argumenta que o coeficiente de determinação não é um teste estatístico e parece não haver justificação intuitiva para o seu emprego como estatística descritiva. Deste modo, apesar do baixo valor do R^2 para um dos modelos, prosseguiu-se com o uso do modelo, desde que todos os pressupostos do modelo fossem verificados.

Este baixo valor do R^2 para " $L_n > 60$ " é justificado pela sensibilidade dos métodos de cálculo para gamas de ruído mais elevadas, sobretudo para o indicador L_n , aliada à utilização de diferentes *softwares* de modelação e métodos de cálculo em cinco municípios da amostra.

Relativamente aos erros padrão da estimativa – que medem a precisão das estimativas – o maior valor encontrado corresponde, uma vez mais, ao modelo " $L_{den} > 60$ ". Esse valor (1,698) revela que, em média, os erros de precisão são de 1,698 %. Isto significa, em média, que a variável independente "ln (população residente)" estimada, afasta-se 1,698 % da realidade. Do mesmo modo, os erros padrão da estimativa são bastante baixos.

A independência dos erros é dada pela estatística Durbin-Watson. Como se pode verificar pela análise da Tabela 12, todos os valores do teste situam-se entre 1,388 e 2,612, o que permite afirmar que os erros não são autocorrelacionados, ou seja, são independentes. Relativamente ao pressuposto de os erros terem média nula, apenas o valor da média correspondente ao modelo " $45 < L_n \leq 50$ " não é igual a zero (- 0,077). Contudo, aproxima-se da média nula, o que permite concluir que os erros possuem distribuição normal. A normalidade da distribuição dos erros é verificada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Uma vez que todas as significâncias são superiores a 0,01, pode-se considerar que a distribuição dos erros é normal. Não obstante, a normalidade da distribuição dos erros pode ser verificada através gráficos da regressão dos resíduos dispostos na Figura 5.

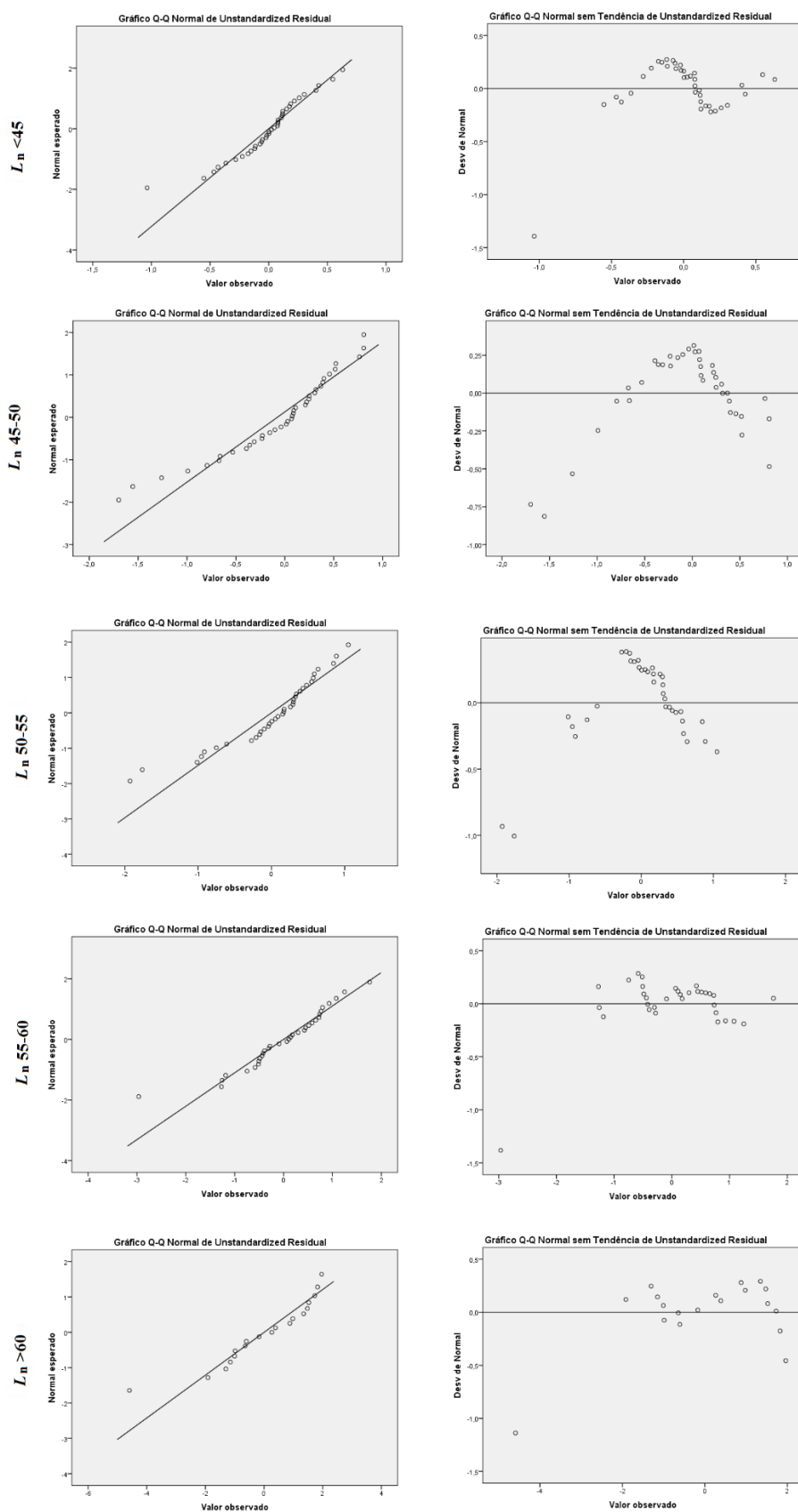


Figura 5 - Gráficos da regressão dos resíduos e diagramas de dispersão dos resíduos.

Da análise dos gráficos da Figura 5, é possível observar que, adicionalmente ao teste Kolmogorov-Smirnov, os resíduos apresentam uma distribuição normal uma vez que as observações se aproximam da reta sem nenhum afastamento significativo. Através dos diagramas de dispersão dos resíduos, é possível verificar o pressuposto da variância do erro ser constante. Como para todos os modelos os resíduos se distribuem aleatoriamente em torno de zero, conclui-se que os resíduos se distribuem normalmente.

4.2.3. Modelos para a estimativa da população exposta às diferentes classes de ruído

Apesar dos baixos valores dos parâmetros da regressão para “ $L_{den} > 60$ ”, todos os pressupostos do modelo foram verificados. Deste modo, considera-se que todos os modelos propostos eram válidos. É assim possível prever o comportamento da variável dependente (“número de pessoas expostas”), em função do comportamento das variáveis independentes inseridas em cada modelo. As equações que descrevem o modelo, para as diferentes classes de ruído em dB(A), encontram-se organizadas na Tabela 13.

Tabela 13 - Modelos de previsão da população exposta a diferentes classes sonoras para o indicador L_n .

Nº de pessoas expostas	Modelo
$L_n (\leq 45)$	$e^{0,746+0,923 \times \ln(\text{parque automóvel})}$ (18)
$45 < L_n \leq 50$	$e^{-4,307+1,229 \times \ln(\text{parque automóvel})}$ (19)
$50 < L_n \leq 55$	$e^{-5,424+1,256 \times \ln(\text{população residente})}$ (20)
$55 < L_n \leq 60$	$e^{-7,48+1,433 \times \ln(\text{parque automóvel})}$ (21)
$L_n > 60$	$e^{-2,246+0,912 \times \ln(\text{população residente})}$ (22)

Nenhum dos modelos considerados engloba mais do que uma variável independente. As variáveis englobadas foram “parque automóvel” e “população residente”. Para nenhum dos indicadores foi englobada a variável “densidade populacional” e “densidade de GIT”.

4.3. Exposição da população a ruído ambiente

4.3.1. Exposição ao nível municipal

a) Apresentação dos resultados

Os resultados seguintes correspondem à junção dos dados obtidos em 3.2 – através da informação reunida a partir de mapas de ruído à escala municipal – e através da aplicação dos modelos criados em 4.1 e 4.2, para municípios de que não se dispunha de informação. Os dados da exposição, em termos absolutos, em cada município de Portugal Continental podem ser consultados no Anexo 5 – para os municípios de que se dispunha dados à partida – e no Anexo 8 – para os municípios em que foi necessário usar os modelos criados. O Anexo 9 compila, em termos percentuais os resultados dos modelos.

A Figura 6 traduz a percentagem de população exposta em cada município de Portugal Continental a mais 65 dB(A), para o indicador global de ruído (L_{den}), seguindo uma apresentação baseada em APA (2006a).

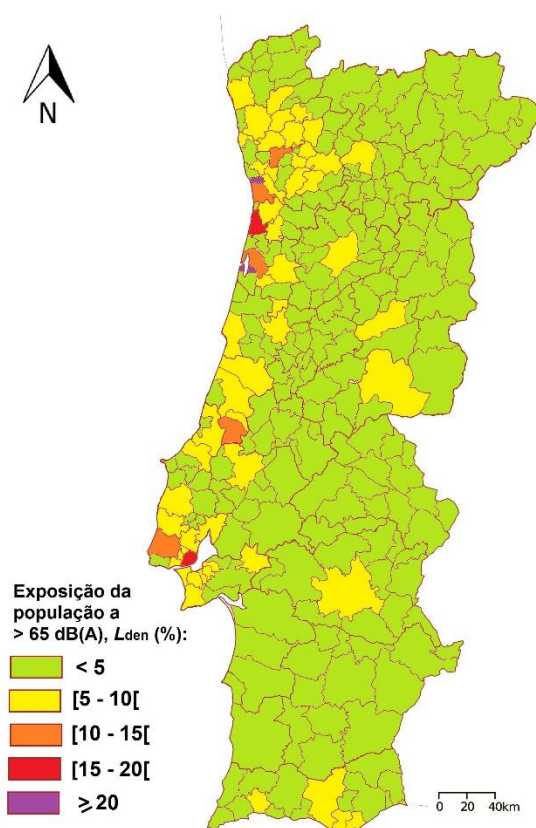


Figura 6 - População exposta a mais a 65 dB(A) para o indicador L_{den} , em percentagem (reunião dos dados dos mapas de ruído e dos resultados da aplicação dos modelos criados).

Verifica-se que a maioria dos municípios de Portugal Continental (*i.e.* 73,8 %) tem menos de 5 % da sua população exposta a níveis de ruído superiores a 65 dB(A). Os municípios com maiores percentagens de população exposta a níveis problemáticos situam-se na faixa litoral – região onde a densidade populacional é mais elevada. Excetuam-se alguns municípios do interior que têm entre 5 % e 10 % de população exposta a níveis superiores a 65 dB(A). Esses municípios correspondem, na sua maioria, às capitais de distritos, nomeadamente Évora, Castelo Branco, Viseu e Vila Real. Os municípios com maiores percentagens de exposição são Porto e Ílhavo (com mais de 20 % da população exposta a mais de 65 dB(A) enquanto Lisboa e Ovar possuem entre 15 % e 20 % da sua população exposta a esses níveis.

A Figura 7 representa a percentagem de população exposta em cada município de Portugal Continental a mais de 55 dB(A), para o indicador L_n , seguindo uma apresentação baseada em APA (2006a).

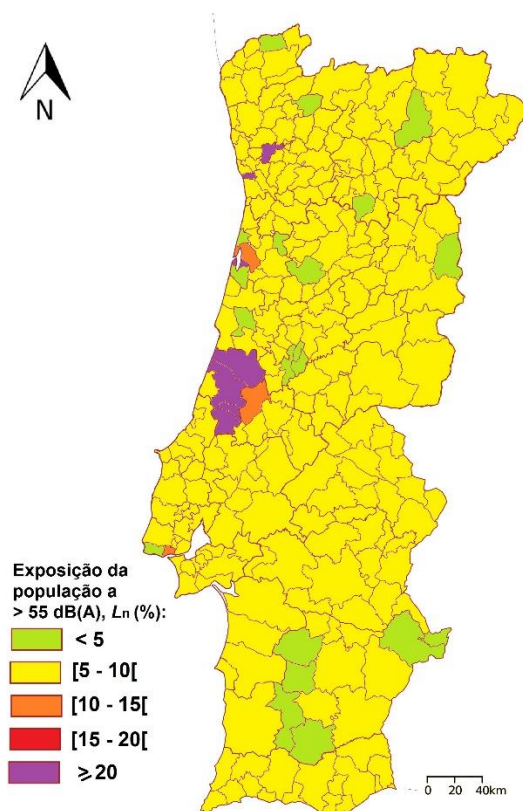


Figura 7 - População exposta a mais de 55 dB(A) para o indicador L_n , em percentagem (reunião dos dados dos mapas de ruído e dos resultados da aplicação dos modelos criados)..

A maioria dos municípios de Portugal Continental (*i.e.* 95,4 %) possui entre 5 % e 10 % da sua população exposta a mais de 55 dB(A), no período noturno. Os municípios com maiores percentagens de exposição são: Santo Tirso, Porto, Ílhavo e os municípios da Associação de Municípios da Alta Estremadura. De igual modo, Oeiras e Aveiro possuem consideráveis percentagens de população (entre 10 % e 15 %).

b) Análise e discussão dos resultados

Para o período noturno, a Associação de Municípios da Alta Estremadura destaca-se como uma área onde se verificam elevadas percentagens de exposição comparativamente com municípios com as mesmas características. Os dados da população exposta referentes a estes cinco municípios (Batalha, Leiria, Ourém, Pombal e Porto de Mós), provieram dos relatórios dos respetivos mapas de ruído e não da aplicação dos modelos. Pela análise dos respetivos relatórios (Laboratório de Acústica, 2007a, 2007b, 2007c e 2007d), a diferença da percentagem de exposição comparativamente com o resto do território, pode ser explicada por diversos fatores. O mais importante fator deve-se ao uso de um *software* de modelação da emissão e propagação sonora diferente da maioria da amostra: enquanto a maioria dos dados usados têm origem em mapas criados com o *software* IMMI Premium, os mapas de ruído da Associação de Municípios da Alta Estremadura foram criados usando o *software* CadnaA (*Datakustik GmbH*, Alemanha). Paralelamente, para o cálculo do tráfego ferroviário, nestes cinco municípios foi usado o método de cálculo alemão Schall 03, enquanto o método usual no resto da amostra é o método holandês *Standaard-Rekenmethode II* (SRMII) adaptado segundo Alarcão e Coelho (2008). O uso de diferentes *softwares*, resulta em diferenças significativas nas percentagens de população exposta ao ruído (Arana *et al.*, 2008), nomeadamente para níveis de ruído mais elevados, como é o caso do $L_n > 55$ dB(A).

Apesar do período de referência do indicador $L_{Aeq\text{ noite}}$ considerar mais 1 hora que o indicador L_n , é possível estabelecer com segurança, comparações entre ambos. Segundo APA (2008) é aceitável que o mapa relativo ao indicador L_n seja idêntico aos mapas relativos a L_{Aeq} (22h às 7h), caso tenham sido calculados para uma altura acima do solo de 4 m. A Figura 8 pretende comparar os resultados obtidos para o indicador L_n e os dados referentes a MMR, centralizados em APA (2006a), até dezembro de 2006, e apresentados por Cequeira *et al.* (2008).

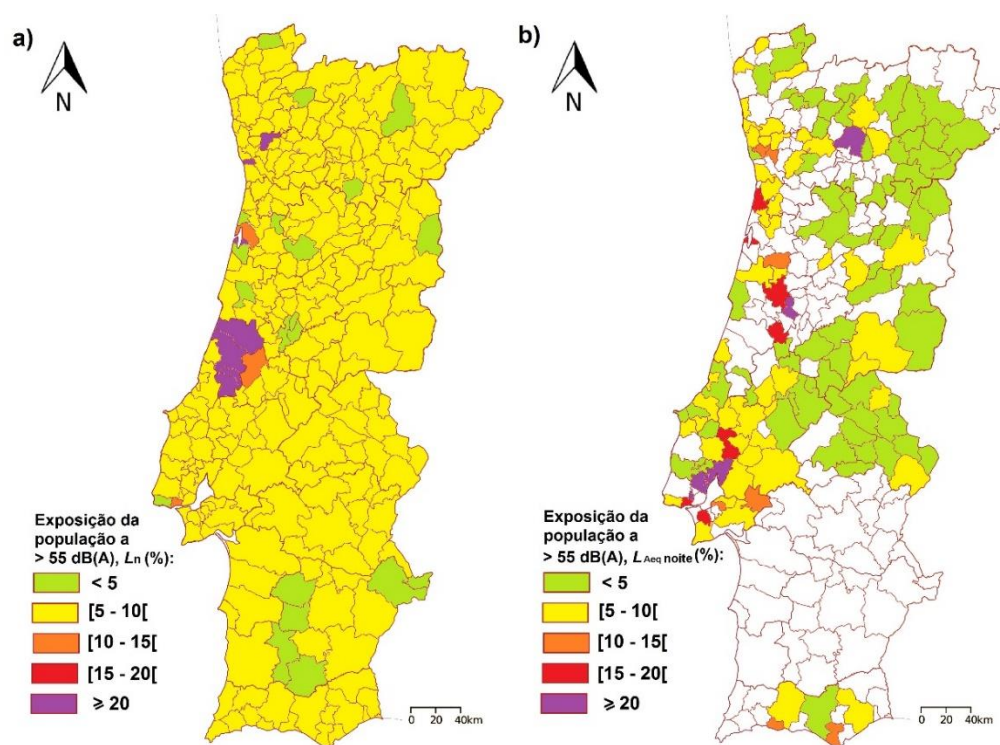


Figura 8 – Exposição da população a ruído ambiente: a) resultados obtidos para o indicador L_n ; b) exposição da população para o indicador L_{Aeq} noite, adaptado de APA (2006a).

Verifica-se que os dados obtidos para o período de referência noturno se aproximam dos dados centralizados pela APA (2006a). Dos 145 municípios, para os quais se pode estabelecer comparações, apenas 10 municípios apresentam diferenças superiores a 5 % na percentagem de pessoas expostas a mais de 55 dB(A) (*i.e.* 6,9 % dos municípios). Os municípios onde se verifica diferenças superiores a 5 % são: 2 na região norte (Santo Tirso e Vila Real), 5 na região centro (Ovar, Coimbra, Miranda do Corvo, Batalha e Ansião) e 3 na região de Lisboa (Amadora, Vila Franca de Xira e Seixal). Contudo, os dados de 3 municípios (Santo Tirso, Batalha e Ovar) são provenientes dos respetivos MMR e não da aplicação dos modelos, o que significa que apenas 4,8 % dos municípios da estimativa se afastam em mais de 5 %, em termos de população exposta.

À semelhança dos dados obtidos, a informação centralizada pela APA até dezembro de 2006, demonstra que, tendencialmente, é na faixa litoral de Portugal Continental onde se localizam os municípios com maiores percentagens de população exposta para o período de referência noturno.

Uma vez que o tráfego rodoviário é a principal fonte de ruído ambiente, é pertinente analisar se existe uma relação entre a percentagem de população exposta e a rede de GITr. A Figura 9 sobrepõe a Figura 6 – que representa a percentagem de população

exposta a níveis superiores a 65 dB(A), segundo o indicador do nível de ruído global (L_{den}) – com a rede de estradas classificadas como GITr, segundo APA (2015c).

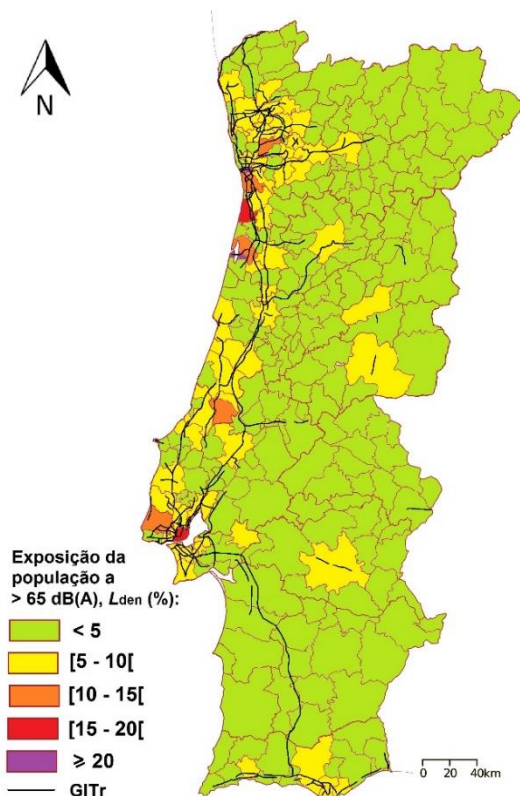


Figura 9 - Sobreposição do mapa da exposição da população a níveis de ruído ambiente, superiores a 65 dB(A), para o indicador L_{den} , com a rede de estradas classificadas como GITr.

Os municípios que possuem mais de 5 % de população exposta a níveis superiores a 65 dB(A) possuem, geralmente, GITr dentro dos seus limites administrativos. Não obstante, os municípios que possuem as maiores percentagens de população exposta localizam-se onde a rede de GITr é mais densa. Como a rede de GITr é mais densa no litoral do território de Portugal Continental, entre os distritos de Setúbal e Viana do Castelo, os municípios com maiores percentagens de população exposta para o indicador L_{den} situam-se também nessa área.

Adicionalmente, usando os modelos criados, calculou-se a população exposta para os municípios de que já se dispunha de dados. Deste modo, pôde-se comparar a população exposta segundo os mapas de ruído com resultados dos modelos (v. Tabela 14). Verificou-se que os modelos $L_{den} \leq 55$ e $L_n \leq 45$ são aqueles em que se observam maiores diferenças entre os mapas de ruído e os resultados obtidos através da aplicação dos modelos, porque através da análise dos percentis há um maior número de municípios com diferenças acima de 10 %. Contudo, no âmbito deste trabalho, o que é relevante são as gamas de ruído correspondentes aos restantes modelos. E nestes, constata-se que as

diferenças são relativamente baixas, o que significa que os modelos se aproximam do calculado através de mapas de ruído. Assim constata-se a fiabilidade dos modelos criados.

Tabela 14 – Diferenças entre os modelos e os mapas de ruído: percentil 90, percentil 75 e mediana (%).

	Percentil 90	Percentil 75	Mediana
$L_{den} \leq 55$	19,9	13,1	7,4
$55 < L_{den} \leq 60$	8,1	5,9	3,2
$60 < L_{den} \leq 65$	7,4	5,7	3,3
$65 < L_{den} \leq 70$	5,2	2,6	1,5
$L_{den} > 70$	1,7	1,1	0,8
$L_n \leq 45$	25,4	14,5	8,7
$45 < L_n \leq 50$	7,9	5,2	2,7
$50 < L_n \leq 55$	8,3	4,7	2,6
$55 < L_n \leq 60$	6,1	3,6	2,2
$L_n > 60$	11,1	3,8	3,6

4.3.2. Exposição nas maiores cidades

Comparando os dez municípios mais populosos de Portugal Continental, no que concerne ao indicador L_{den} (v. Figura 10), verifica-se que os municípios mais populosos são aqueles que possuem um número superior de habitantes expostos a níveis superiores de ruído ambiente. O único município que foge à regra é Cascais, onde se verifica um número de pessoas expostas bastante menor que as restantes cidades. Porto é o município que possui o maior número de pessoas expostas a níveis superiores a 70 dB(A), enquanto Lisboa é o município com mais habitantes expostos a gamas superiores a 65 dB(A).

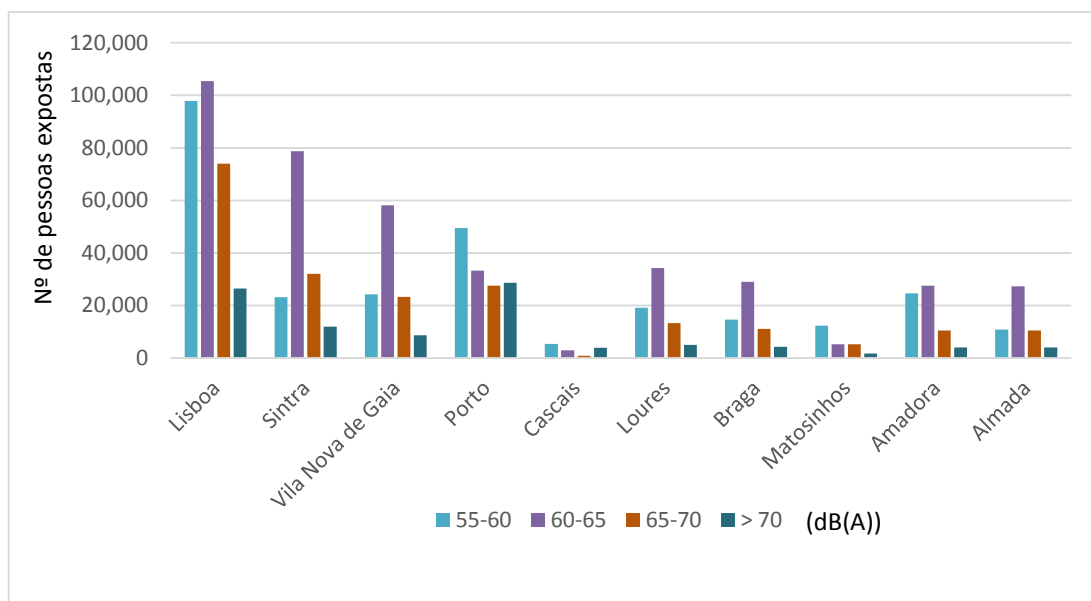


Figura 10 - Exposição em termos absolutos para os maiores municípios (L_{den}) – ordenados por ordem de população residente.

Para o período noturno (v. Figura 11), dos dez municípios mais populosos, Cascais é o município com menos habitantes expostos a níveis superiores de ruído. Pelo contrário, o Porto é o município com mais habitantes expostos a níveis de ruído superiores a 60 dB(A), durante o período noturno. Comparativamente com Lisboa, no Porto há 32.782 habitantes expostos a mais de 60 dB(A), enquanto em Lisboa são cerca de 6500 habitantes.

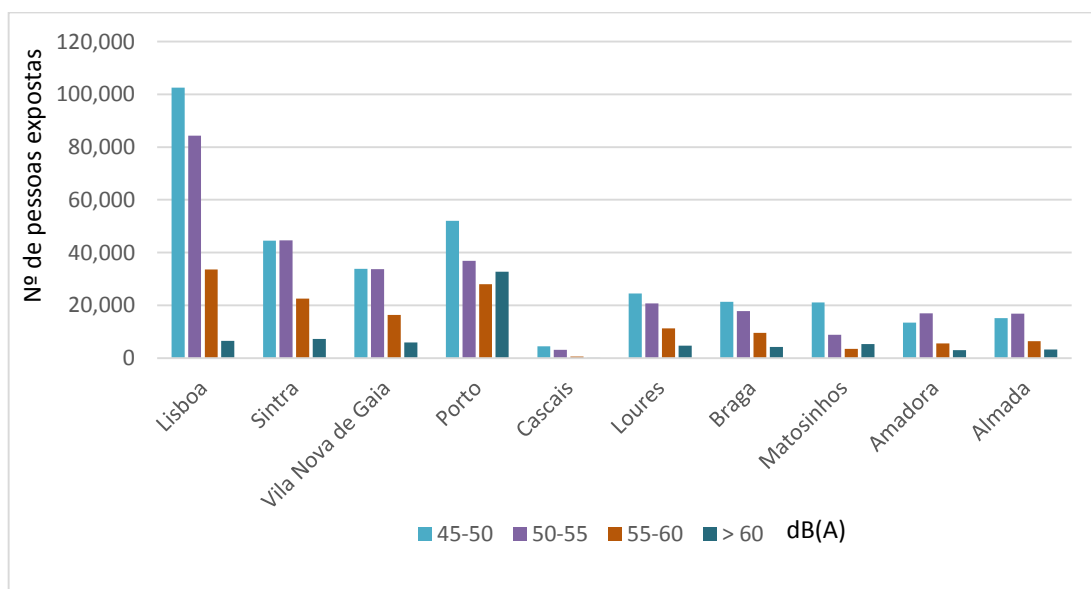


Figura 11 - Exposição em termos absolutos para os maiores municípios (L_n) – ordenados por ordem de população residente.

No que respeita à exposição a gamas superiores de ruído nas zonas metropolitanas, comparativamente com o restante território, verifica-se que a percentagem de exposição nas zonas metropolitanas é superior ao restante território, como era expectável. Para o indicador L_{den} (v. Figura 12) a exposição em termos percentuais é superior na Zona Metropolitana de Lisboa entre os 60 dB(A) e 70 dB(A), mas inferior à Zona Metropolitana do Porto para níveis superiores a 70 dB(A).

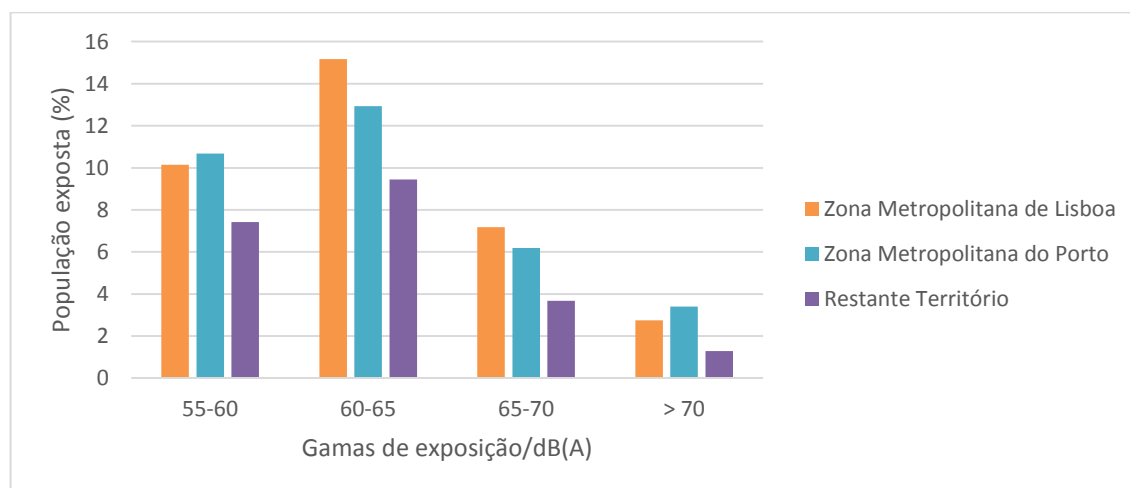


Figura 12 - Exposição nas zonas metropolitanas e restante território para o indicador L_{den} .

De igual modo, para o período noturno (v. Figura 13), verifica-se que a percentagem de exposição na Zona Metropolitana de Lisboa é superior entre os 45 dB(A) e 55 dB(A), mas inferior à Zona Metropolitana do Porto para níveis superiores a 55 dB(A).

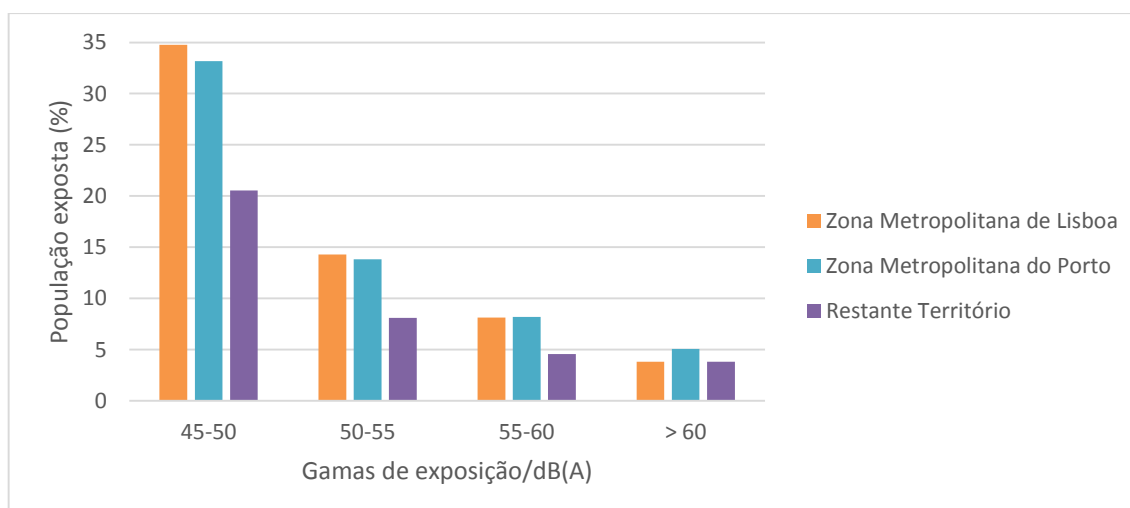


Figura 13 - Exposição nas zonas metropolitanas e restante território para o indicador L_n .

4.3.3. Exposição ao nível regional

a) Apresentação dos resultados

Fazendo uma análise mais alargada do panorama nacional, verifica-se ao nível distrital a tendência das maiores percentagens de exposição se situarem na faixa litoral do país, tanto para o indicador L_{den} (v. Figura 14) como para o indicador L_n (v. Figura 15). Os distritos de Braga, Porto, Aveiro, Leiria e Setúbal possuem entre 5 % e 10 % da sua população exposta a níveis de ruído superiores a 65 dB(A), para o indicador global de ruído. Lisboa é o distrito que possui percentualmente maior exposição, com 10,4 % dos seus habitantes expostos a níveis de ruído superiores a 65 dB(A).

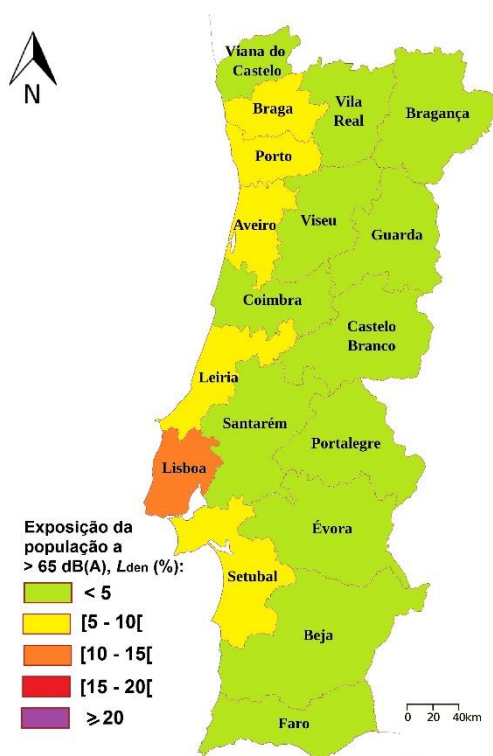


Figura 14 - População exposta, por distrito, a mais de 65 dB(A) para o indicador L_{den} , em percentagem.

Para o período noturno (v. Figura 15), o cenário agrava-se, com todos os distritos a terem mais de 5 % da sua população exposta a mais de 55 dB(A). O distrito de Leiria é aquele que possui a maior percentagem de pessoas expostas, com 13,8 %, seguindo-se Aveiro (12,8 %) e Lisboa (12,7 %).

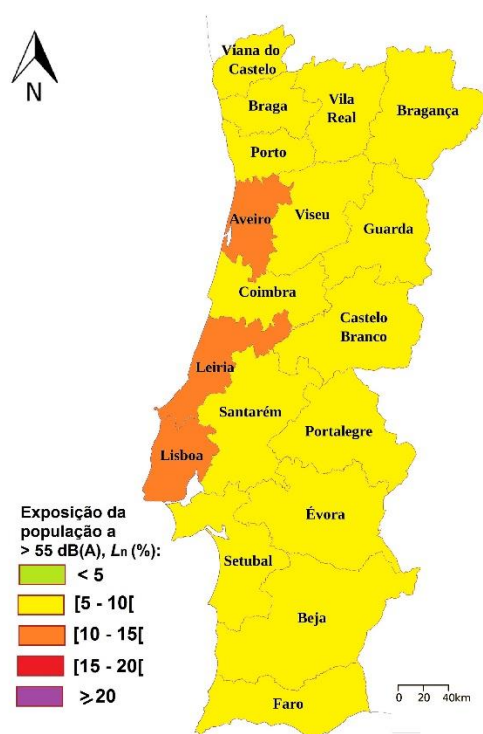


Figura 15 - População exposta, por distrito, a mais de 55 dB(A) para o indicador L_n , em percentagem.

b) Análise e discussão dos resultados

Como a informação exigida pela DRA se foca nas maiores fontes de ruído (por exemplo, grandes vias de tráfego rodoviário e ferroviário), consequentemente há grandes regiões fora das áreas urbanas sobre as quais não é fornecida informação à CE (AEA, 2014b). A falta de dados englobando todo o tipo de fontes e território, levou a que a Agência Europeia do Ambiente, em parceria com outras entidades, desenvolvesse uma metodologia para identificar as potenciais áreas “tranquilas” da Europa: o índice de adequação da tranquilidade (v. Figura 16). Este índice varia entre 0 (áreas ruidosas) e 1 (zonas tranquilas), usando uma metodologia de computação baseada em mapas de ruído como fonte primária e informação adicional (uso do solo e informação socioeconómica) como *proxy*, para obter cobertura para toda a Europa (AEA, 2014a).

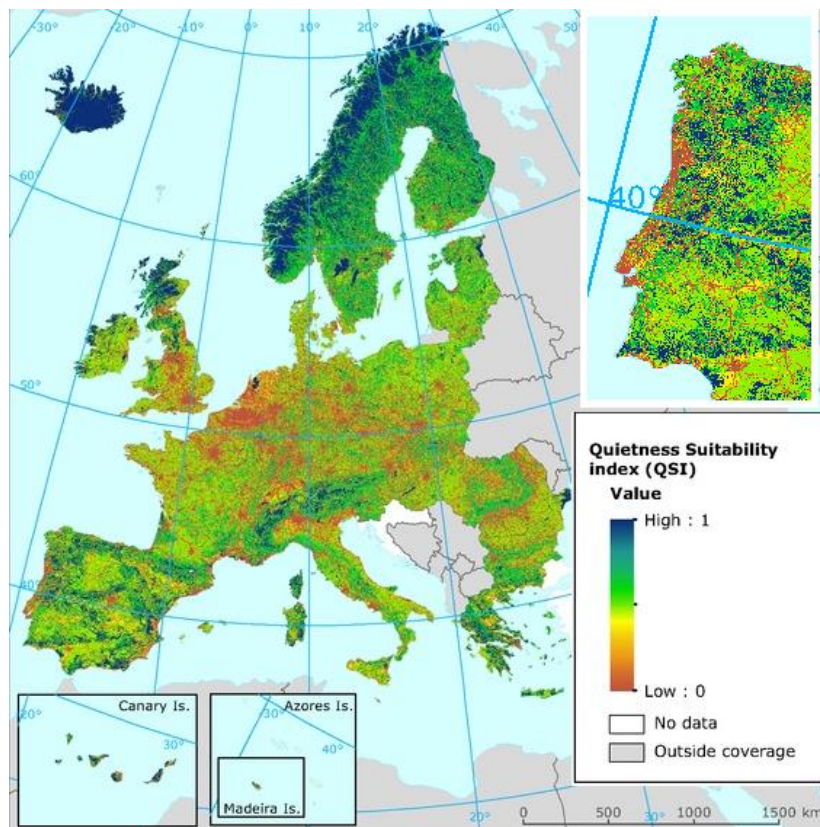


Figura 16 - Áreas potencialmente tranquilas na Europa, com base em no índice de adequação da tranquilidade, adaptado de AEA (2014a)

Como ilustrado na Figura 16, as áreas mais ruidosas da Europa correspondem às maiores infraestruturas de transporte e áreas com maior densidade populacional (maiores áreas urbanas). Os casos mais extremos encontram-se em pequenos países com elevada densidade populacional, como Bélgica, Dinamarca, Malta e Países Baixos, onde 90 % do território é classificado como ruidoso. No oposto situam-se os países do norte europeu, como Finlândia, Islândia, Noruega e Suécia (AEA, 2014b). Portugal posiciona-se junto a países como a Espanha, Itália, Eslováquia e Bulgária. Entre 30 países, Portugal é o 12º país com a maior percentagem de áreas tranquilas.

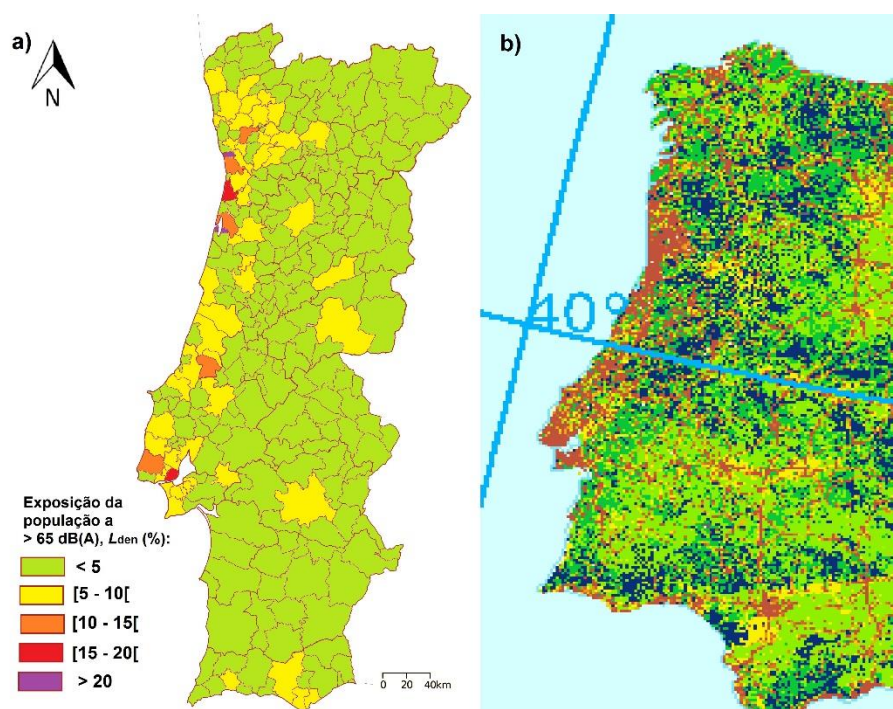


Figura 17 - Comparação dos resultados obtidos (a) com o Índice de Adequação da Tranquilidade na área ocidental da Península Ibérica (b).

A tendência de a maior exposição da população se situar na faixa litoral de Portugal Continental a norte de Setúbal (v. Figura 17) é corroborada pelo índice de adequação da tranquilidade: a Figura 16 demonstra que em Portugal as áreas mais ruidosas se situam na faixa litoral entre os distritos de Setúbal e Viana do Castelo. Ademais, as áreas mais ruidosas, segundo o Índice de Adequação da Tranquilidade, correspondem tendencialmente às regiões onde se localizam os municípios com maiores percentagens de população exposta: faixa litoral algarvia, península de Setúbal, grande Lisboa, faixa litoral a norte de Lisboa até Viana do Castelo e Minho e Douro Litoral.

4.3.4. Exposição global em Portugal Continental

a) Apresentação dos resultados

No que concerne ao cenário global de Portugal Continental, estima-se que, para o indicador L_{den} (v. Figura 18), 500.387 pessoas (*i.e.* 5,1 % da população da estimativa) estejam expostas a uma gama entre 65 dB(A) e 70 dB(A), enquanto para níveis superiores a 70 dB(A) se estima que estejam expostas 203.034 pessoas (*i.e.* 2,1 %). No global, estima-

se que 18,8 % da população encontra-se exposta a níveis associados a doenças isquémicas do coração e enfarte do miocárdio (> 60 dB(A)).

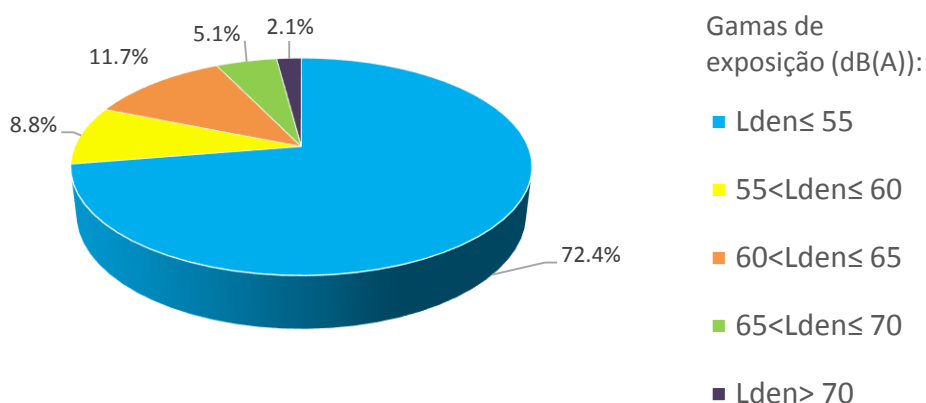


Figura 18 - Distribuição da exposição da população portuguesa ao ruído ambiente, indicador L_{den} .

Relativamente ao período noturno (v. Figura 19), estima-se que 4,8 % da população se encontra exposta a níveis entre 55 dB(A) e 60 dB(A), enquanto para níveis superiores a 60 dB(A) se estima que estejam expostas 314.437 pessoas (*i.e.* 3,5 %). No total, para o indicador L_n , estima-se que 17,9 % da população esteja exposta a níveis superiores a 50 dB(A), ou seja, expostas a níveis associados a efeitos adversos à saúde, como por exemplo o risco de doença cardiovascular.

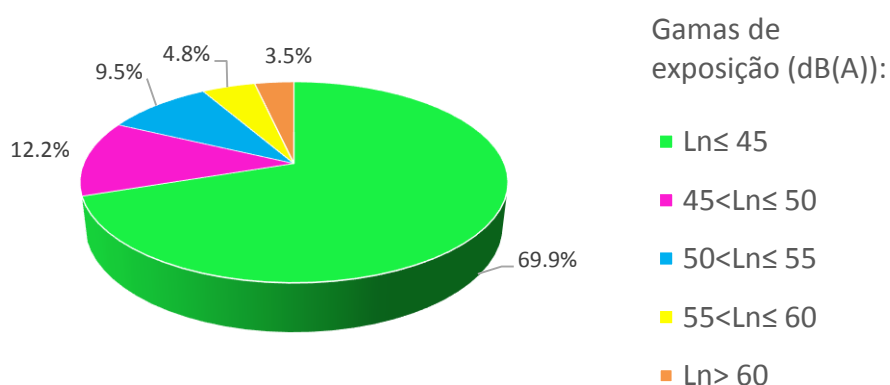


Figura 19 - Distribuição da exposição da população portuguesa ao ruído ambiente, indicador L_n .

b) Discussão dos resultados

Apesar de não ser possível estabelecer comparações assertivas entre os resultados obtidos e estudos anteriores, uma vez que os indicadores considerados são diferentes, é possível apurar que o cenário verificado por Valadas *et al.* (1999) era mais problemático, apresentando elevadas percentagens de população exposta a gamas de ruído mais elevadas (v. Figura 20). Enquanto para as gamas superiores a 60 dB(A) (L_{Aeq}), Valadas *et al.* (1999) estimam que esteja exposta 28 % da população, para L_{Aeq} , neste trabalho estima-se que seja 18,8 % para o indicador L_{den} .

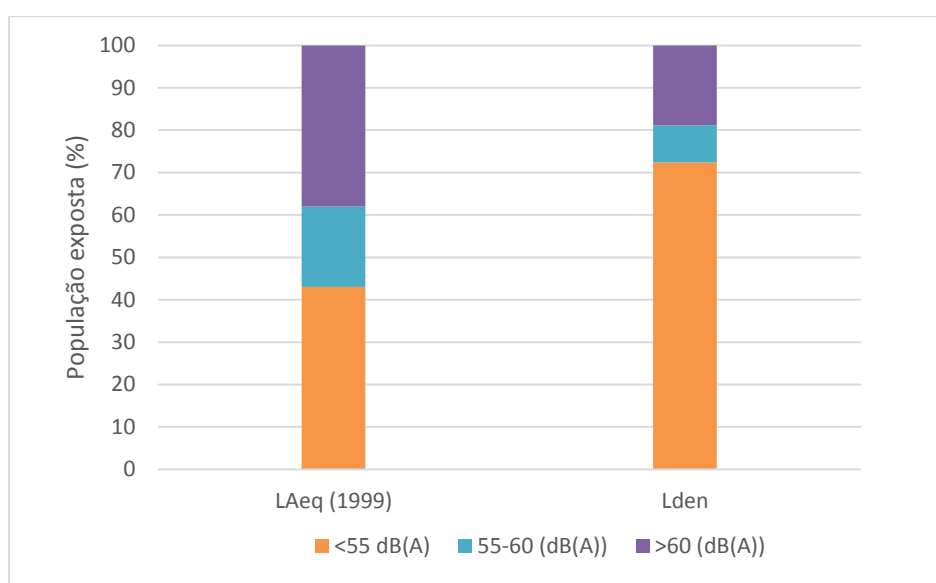


Figura 20 - Exposição da população portuguesa ao ruído ambiente, para diferentes classes em dB(A), segundo Valadas *et al.* (1999) (L_{Aeq}) e os resultados deste trabalho (L_{den}).

Apesar da informação comunicada por Portugal à CE, no âmbito da primeira fase de implementação da DRA, não estar completa, mais de 50 % dos dados já foram comunicados. Ainda que não se disponha de informação relativa a alguns MER que não foram ainda comunicados, a informação já reunida considera as mais importantes GIT, possibilitando a comparação com os resultados obtidos. A Figura 21 permite comparar os resultados obtidos com a informação comunicada à CE, disponível em AEA (2015) e organizada em AEA (2016).

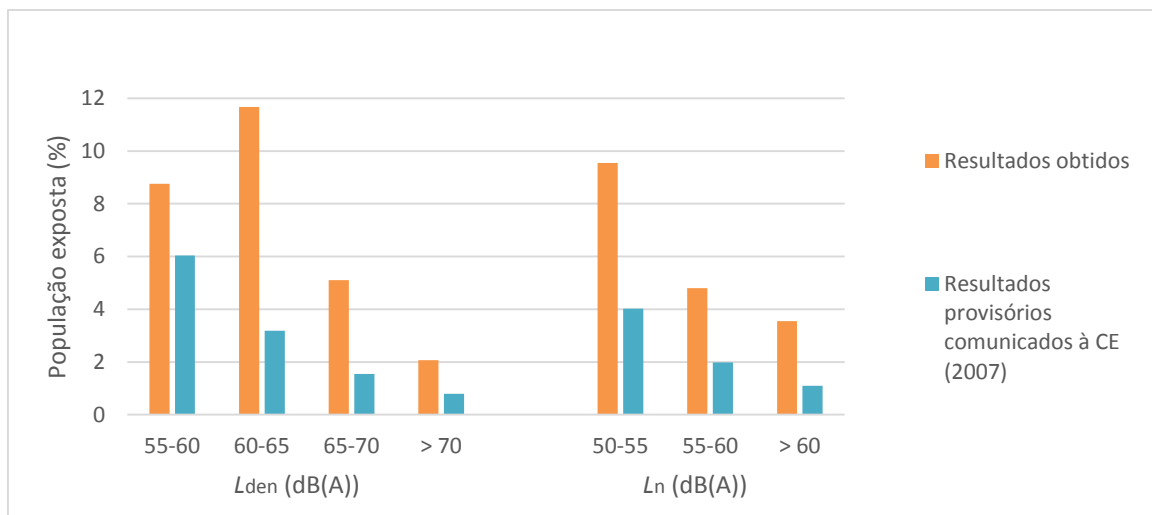


Figura 21 - Comparação entre a população de Portugal exposta a gamas de ruído superiores, segundo os resultados obtidos neste trabalho e os dados comunicados à CE no âmbito da 1ª fase de implementação da DRA para o território de Portugal Continental.

Verifica-se que, percentualmente, a exposição da população a gamas de ruído mais elevadas é superior na abordagem seguida neste trabalho em comparação com a informação centralizada pela CE. Isto deve-se sobretudo à representatividade das duas abordagens. Enquanto a informação comunicada à CE é relativa aos MER, portanto de carácter localizado e pouco representativo de todo o território nacional, a abordagem deste trabalho cobre a totalidade do território de Portugal Continental. Constatase assim que, para ambos os indicadores, quanto maior é a área do território considerada, mais elevada é percentagem de população exposta.

Seria imprescindível comparar também os resultados com a informação comunicada por Portugal, relativamente à segunda fase de implementação da DRA – mais abrangente que a primeira fase de implementação e consequentemente mais representativa. No entanto, a informação comunicada por Portugal até ao momento está muito aquém do exigido, não fazendo sentido comparar esses dados provisórios, uma vez que não possuem representatividade.

É igualmente pertinente confrontar os resultados obtidos com o cenário verificado a nível da Europa. Uma vez que escasseiam os estudos adaptados aos indicadores L_{den} e L_n , é possível usar, de igual modo, a informação centralizada pela CE, referente aos MER de toda a Europa. Apesar de os dados ainda não estarem completos para nenhuma das fases de implementação da DRA (2007 e 2012), como referido em 2.3, a informação em falta corresponde a MER de menor relevância no contexto europeu. A Figura 22 compara

os resultados obtidos neste trabalho, com os dados enviados pelos estados membros para a CE (AEA, 2015).

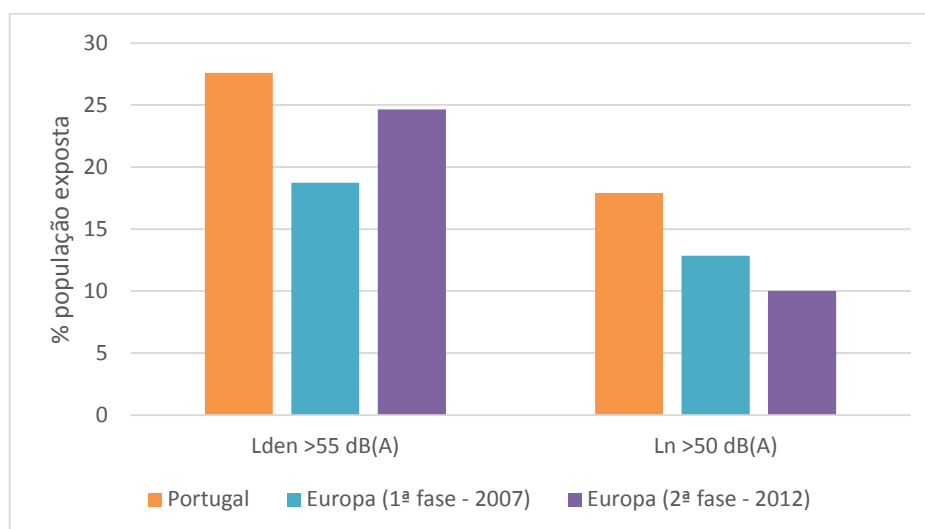


Figura 22 - Percentagem de pessoas expostas ao ruído na Europa e em Portugal, segundo os resultados obtidos e a informação provisória referente às duas fases de implementação da DRA. Adaptado de AEA (2016).

Comparando-se o resultado deste trabalho com os dados relativos à Europa, para as gamas de ruído mais elevadas, constata-se que, a percentagem de população exposta a níveis mais elevados de ruído é superior em Portugal, para ambos os indicadores (v. Figura 22). Não obstante, os resultados encontrados para Portugal não são muito diferentes do verificado nos resultados provisórios a nível europeu.

Não se rejeita que, assim que toda a informação da segunda fase de implementação seja entregue, a percentagem de população exposta verificada na Europa se aproxime mais do verificado em Portugal ou, possivelmente, ultrapasse a estimativa verificada para Portugal.

Com base nos dados centralizados pela CE (AEA, 2016) é também possível fazer uma análise mais minuciosa. Comparando a exposição por gamas de ruído ambiente verificada neste trabalho, com as duas fases de implementação da DRA (v. Figura 23 et Figura 24), constata-se que para o L_{den} (v. Figura 23), a percentagem de população exposta na primeira fase de implementação é sempre inferior ao verificado na segunda fase de implementação e em Portugal. Isso deve-se à menor representatividade geográfica da primeira fase de implementação da DRA. Como a segunda fase é mais abrangente, as percentagens de exposição são superiores à primeira fase.

A percentagem de população exposta a gamas entre 60 e 70 dB(A), na segunda fase de implementação é menor ao verificado em Portugal. No entanto, a situação verificada através dos dados da segunda fase de implementação aproxima-se do verificado para Portugal.

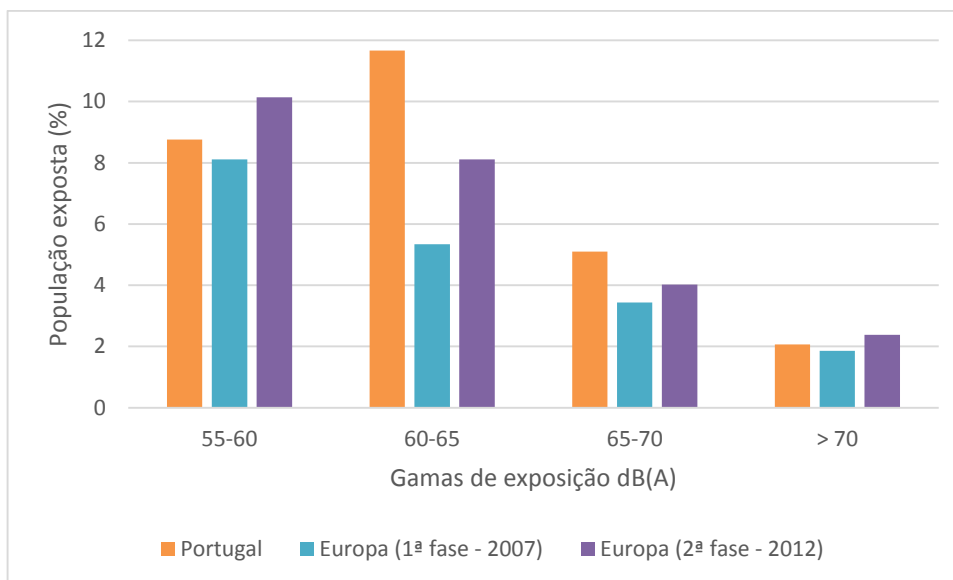


Figura 23 - População exposta a ruído ambiente em Portugal (segundo este trabalho) e na Europa (segundo a informação centralizada pela Comunidade Europeia), para o indicador L_{den} .

No entanto, para o período noturno (v. Figura 24), o cenário é diferente: a percentagem de população exposta é maior na primeira fase de implementação da DRA do que na segunda, apesar da segunda fase de implementação ser mais abrangente e representativa. Isto pode dever-se à implementação dos planos de ação, relativos aos MER da primeira fase de implementação. A percentagem de exposição em Portugal é superior ao verificado a nível europeu, sobretudo para a gama 50÷55 dB(A).

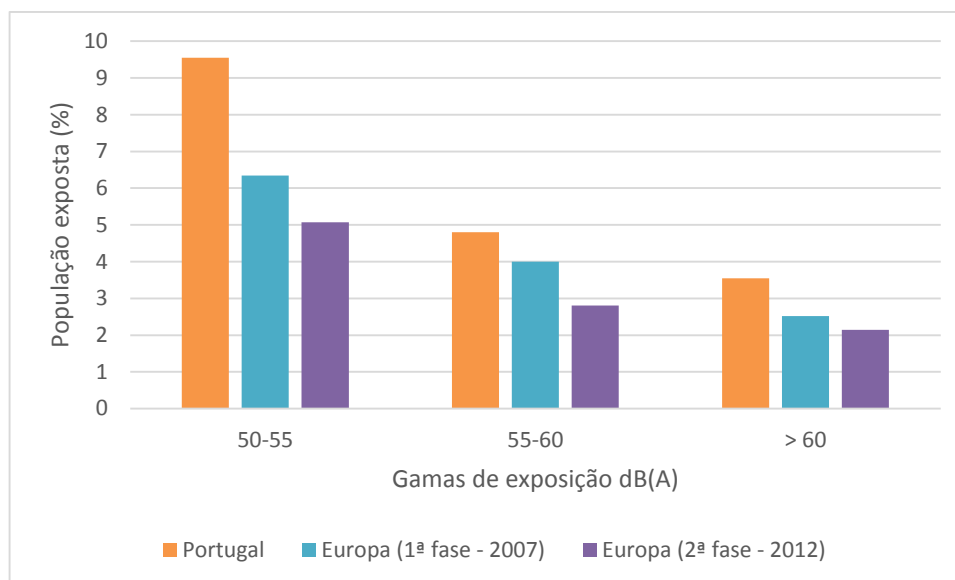


Figura 24 - População exposta a ruído ambiente em Portugal (segundo este trabalho) e na Europa (segundo a informação centralizada pela Comunidade Europeia), para o indicador L_n .

Globalmente, para ambos os indicadores, a percentagem de população exposta em Portugal – segundo a estimativa deste trabalho – é superior à Europa, no que concerne às gamas mais elevadas de ruído. Isto é explicado pelas diferentes abordagens que estão na origem dos dados. Enquanto neste trabalho se estimou a população exposta para todo o território, os dados centralizados pela CE apenas consideram unidades de território restritas aos MER. Ou seja, não consideram todo o território e consequentemente ignoram as populações de áreas exteriores a cidades classificadas como “aglomerações” ou longe de infraestruturas classificadas com “GIT”.

Posto isto, é pertinente verificar se os dados estatísticos apontam no mesmo sentido, nomeadamente ao nível da perceção da população, e avaliar o peso que o ruído de vizinhança possui. Murphy e King (2014) afirmam que “apesar do ruído ambiente ser a principal tipologia de ruído, a perceção do público em geral não separa o ruído por tipologia, englobando o ruído ambiente e o ruído de vizinhança”. A Figura 25 apresenta os dados da exposição ao ruído, segundo a perspetiva da população, englobando ruído ambiente e ruído de vizinhança.

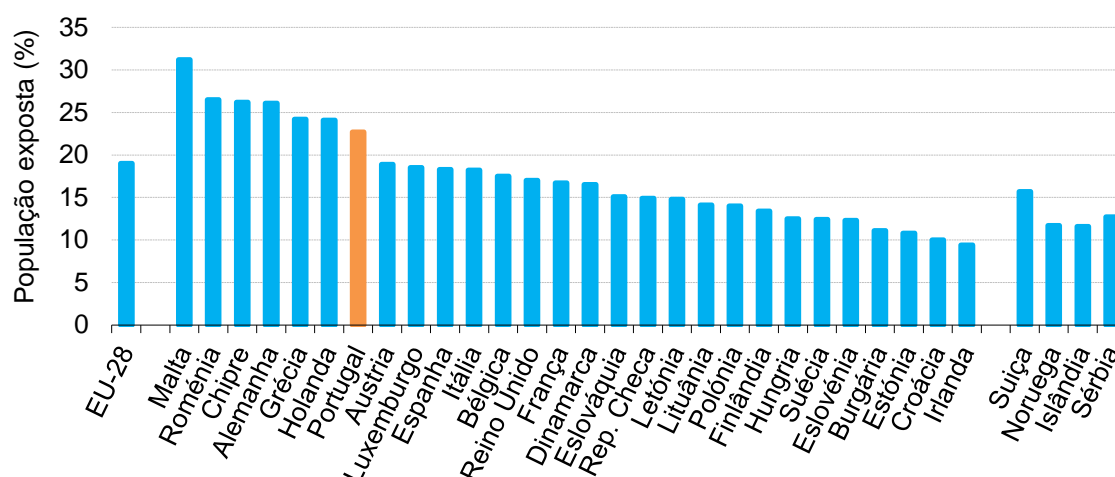


Figura 25 - Exposição ao ruído por país, em 2013, segundo a perspetiva da população. Adaptado de Eurostat (2015).

No que respeita à perceção da população à sua exposição a ruído, a população portuguesa é a sétima mais exposta a ruído ambiente e de vizinhança na Europa. Cerca de 22,7 % da população considera estar exposta a poluição sonora no interior de suas habitações. Apesar de os resultados deste trabalho mostrarem que cerca de 27,6 % ($L_{den} > 55$ dB(A)) e 30,1 % ($L_n > 45$ dB(A)) da população está exposta a níveis de ruído ambiente exterior superiores ao valor-limite de exposição para zonas classificadas como sensíveis, só cerca de 22,7 % da população em Portugal (v. Figura 25) considera estar exposta a poluição sonora em suas casas. Este facto sugere que o ruído de vizinhança tem pouco peso na exposição das pessoas ao ruído. Não obstante, é necessário reter que a perceção do ruído varia de pessoa para pessoa, como referem Murphy e King (2014): para algumas pessoas, o ruído é nada mais do que um pequeno inconveniente, mas para outros a exposição ao ruído pode levar a efeitos negativos na saúde.

5. Conclusão

Portugal, à semelhança de outros países da Europa, encontra-se em situação de incumprimento da DRA, principalmente em relação à segunda fase de implementação da DRA. De igual forma, metade dos municípios de Portugal Continental não enviaram à APA os seus MMR adaptados ao RGR.

Apesar da situação de incumprimento verificada em Portugal, foi possível criar os modelos para estimar a população exposta ao ruído em cada município, para diferentes gamas de ruído ambiente, usando dados relativos a mapas de ruído à escala municipal. Os dados dos mapas de ruído usados evidenciam que diferentes *softwares* e metodologias de cálculo produzem diferenças significativas no número de pessoas expostas a determinadas gamas de ruído, nomeadamente para gamas mais elevadas.

Os municípios de Portugal Continental que possuem maiores percentagens de população exposta, para ambos os indicadores (L_{den} e L_n) situam-se, tendencialmente, na faixa litoral do país, entre os distritos de Setúbal e Viana do Castelo. A essa área corresponde as regiões com as maiores cidades, verificando-se uma relação entre densidade populacional e exposição ao ruído. Não obstante, evidencia-se a existência de uma relação entre a existência de GTr nos municípios e a percentagem de população exposta a ruído ambiente, sugerindo que o tráfego rodoviário é a principal fonte de ruído ambiente. De igual modo, os distritos com maiores percentagens de população exposta situam-se na faixa litoral a norte de Setúbal, tal como indica o índice de adequação da tranquilidade apresentado pela AEA (2014a).

Para o indicador global de ruído (L_{den}) cerca de 73,8 % dos municípios possuem menos de 5 % da sua população exposta a níveis de ruído superiores a 65 dB(A). Para o período noturno (L_n), estima-se que 95,4 % dos municípios, possuem entre 5 % e 10 % da sua população exposta a mais de 55 dB(A). Relativamente aos municípios mais populosos de Portugal Continental, são os municípios de Lisboa e Porto que possuem o maior número de habitantes expostos às gamas mais elevadas de ruído, para ambos os indicadores considerados. Enquanto o cenário observado em Lisboa para o indicador L_{den} é o mais preocupante, durante o período noturno, é o Porto que se destaca pela negativa. Relativamente à exposição nas respetivas zonas metropolitanas, é a Região Metropolitana do Porto que possui maior percentagem de população exposta à gama de ruído mais elevada considerada, para ambos os indicadores. Em ambas as zonas metropolitanas, a

percentagem de população exposta para as gamas de ruído mais elevadas, é sempre superior ao verificado no restante território.

Globalmente, conclui-se que 18,8 % da população de Portugal Continental está exposta a níveis de ruído associados a doenças isquémicas do coração. Como agravante, 7,2 % da população está exposta a níveis de ruído mais elevados, nos quais a incidência de doenças isquémicas do coração e enfarte do miocárdio é extremamente elevada. De igual modo, durante o período noturno, 17,9 % da população está exposta a níveis de ruído que estão associados a efeitos adversos na saúde, como por exemplo o risco de doença cardiovascular. Não obstante, 8,4 % da população está exposta a níveis de ruído mais elevados, associados a graves perturbações no sono e a doença cardiovascular.

O número de pessoas expostas a gamas de ruído mais elevadas, segundo a abordagem seguida neste trabalho, é superior aos valores obtidos pelos MER das maiores GIT e aglomerações de Portugal da primeira fase de implementação da DRA. De igual modo, para ambos os indicadores, a percentagem de população exposta às gamas mais elevadas de ruído em Portugal, é superior ao verificado na Europa a partir dos MER. Todavia, as situações são muito semelhantes, ou seja, as percentagens de população exposta em Portugal, não diferem significativamente das verificadas na Europa.

Apesar da obrigatoriedade do cálculo da população exposta recair apenas sobre os MER, os MMR permitem obter resultados mais representativos do panorama acústico do país. Porém, dadas as competências da APA, no que respeita à centralização da informação sobre o ruído ambiente, era imprescindível que atualizasse os dados disponíveis nesta matéria, à semelhança de APA (2006a). Uma vez que a APA possui os dados de sobreposição espacial das bases SIG de ruído ambiente para os indicadores L_{den} e L_n , recorrendo à informação da população residente em cada subsecção estatística por município, seria possível calcular a população exposta para todos os municípios que já comunicaram os dados.

6. Sugestões para trabalhos futuros

Os resultados obtidos, bem como a experiência adquirida no desenvolvimento deste trabalho, permitem que sejam formuladas algumas considerações que visam a melhoria da metodologia seguida, bem como dos modelos criados. Para além da criação de modelos de regressão, conforme a abordagem seguida neste trabalho, propõem-se também o estudo da utilização de métodos de previsão. Desta forma seria possível também calcular o erro da previsão para cada modelo criado.

Uma vez que, para os modelos criados para o indicador L_n , se obteve coeficientes de determinação mais baixos, particularmente no modelo " $L_n > 60$ ", sugere-se que num futuro estudo se inclua os dados da APA (2006a), correspondentes ao $L_{Aeq\text{ noite}}$. Parte-se, assim, do pressuposto de que $L_{Aeq\text{ noite}}$ é equivalente ao L_n , como em APA (2008), que considera que é aceitável que o mapa relativo ao indicador L_n seja idêntico aos mapas relativos a $L_{Aeq\text{ noite}}$. Adicionalmente, para diminuir o erro associado à estimativa, sugere-se a inclusão de mais variáveis independentes a usar no método *stepwise*. Essas variáveis podem ser facilmente obtidas e devem descrever as características do município e estar relacionadas com a exposição da população a ruído ambiente. Exemplos de hipotéticas variáveis a incluir: "número de alojamentos familiares clássicos", "número de edifícios", "número de movimentos pendulares", etc.

Referências bibliográficas

- AEA. (2014a). Good practice guide on quiet areas. Copenhagen. Consultado em [02-05-2016], disponível em: (<http://www.eea.europa.eu/publications/good-practice-guide-on-quiet-areas>)
- AEA. (2014b). Noise in Europe. Copenhagen. Consultado em [02-05-2016], disponível em: (<http://www.eea.europa.eu/publications/noise-in-europe-2014>)
- AEA. (2015). Noise Observation and Information Service for Europe. Consultado em [15-05-2016], disponível em: (<http://noise.eionet.europa.eu>)
- AEA. (2016). Eionet Forum ETC Spatial - Information and Analysis. Consultado em [15-05-2016], disponível em: (http://forum.eionet.europa.eu/etc-sia-consortium/library/noise_database/index_html)
- Alarcão, J., e Coelho, J. B. (2008). Modelação de ruído de tráfego ferroviário. V congresso ibérico de acústica – Acústica 2008, Coimbra, Portugal.
- APA. (2006a). Exposição da População a Ruído Ambiente - Versão intercalar. Consultado em [13-03-2016], disponível em: (http://www.apambiente.pt/_zdata/dar/ruido/situacaonacional/exp_pop_ruid_amb.pdf)
- APA. (2008). Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído - Versão 2. Amadora, Portugal.
- APA. (2011a). Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído - Versão 3. Amadora, Portugal.
- APA. (2011b). Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído. Amadora, Portugal.
- APA. (2015a). Mapas de ruído municipais (indicadores L_{den} e L_n). Consultado em [03-02-2016], disponível em: (http://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/SituacaoNacional/MapasRuidoMunicipais/Mapas%20de%20ruído%20municipais_Maio2016.pdf)
- APA. (2015b). Mapas estratégicos de ruído e população exposta em aglomerações. Consultado em [03-02-2016], disponível em: (http://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/SituacaoNacional/MapasAglomeracoes/MER%20Agg.pdf)

- APA. (2015c). Tabela das grandes infraestruturas de transporte rodoviário. Consultado em [10-02-2016], disponível em: (www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/Lista2015_GIT_R_unido.pdf)
- APA. (2015d). Tabela das grandes infraestruturas de transporte ferroviário. Consultado em [10-02-2016], disponível em: (http://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/Lista2015_GIT_F.pdf)
- Arana, M., Martín, R. S., Nagore, I., Pérez, D., e Martín, M. L. S. (2008). Noise map from two computer programs. Analysis of Differences. V congresso ibérico de acústica – Acústica 2008, Coimbra, Portugal. (p. 1–11).
- Autoridade de Supervisão de Seguros e de Fundo de Pensões. (2015). Parque automóvel seguro. Consultado em [19-02-2016], disponível em: (http://www.asf.com.pt/estatisticas/seguros/estatisticas_anuais/parque_automovel/main_parque_auto.html)
- Berglund, B., Lindvall, T. e Schwela, D. H. (1999). Guidelines for Community Noise. Genebra, Suíça.
- Boer, L. C. den, e Schroten, A. (2007). Traffic noise reduction in Europe - Health effects, social costs and technical and policy options to reduce road and rail traffic noise. Delft, Países Baixos.
- Câmara Municipal de Lisboa. (2014). Plano de Ação de Ruído de Lisboa. Lisboa.
- Câmara Municipal de Matosinhos. (2012). Relatório de estado do ambiente acústico municipal 2011-2012. Matosinhos.
- Cameron, S. (1993). Why is the R square Adjusted Reposted? Journal of Quantitative Economics, 9 (1), 183–186.
- Cequeira, N., Guedes, M., e Leite, M. J. (2008). Informação de ruído ambiente em Portugal - Informação de ruído ambiente anterior a 2007. V congresso ibérico de acústica – Acústica 2008, Coimbra, Portugal.
- CERTIPROJECTO. (2011). Plano municipal de redução do ruído do Concelho de Cascais. Lisboa. (p. 38).
- Commission of the European Communities. (1996). Future Noise Policy - European Commision Green Paper, (p. 96).

- dBLab - Laboratório de Acústica e Vibrações, L. (2009). Plano Municipal de redução de ruído da Póvoa de Varzim - Resumo não técnico. Maia.
- ECAC.CEAC Doc.29. (2005). Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports. European Civil Aviation Conference (Vol. 1, p. 35).
- Eco 14 - Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2014a). Mapas de Ruído do Concelho de Mirandela - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 - Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2014b). Mapas de Ruído do Concelho de Montemor-o-Velho - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2008a). Actualização dos “Mapas de ruído do Concelho de Santo Tirso.” Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2008b). Actualização dos “Mapas de ruído do Concelho de Vieira do Minho.” Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2008c). Mapas de Ruído do Concelho de Monção - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2008d). Mapas de ruído do Concelho de Pedrogão Grande. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2008e). Mapas de ruído do Concelho de Vagos -Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2009a). Actualização dos mapas de ruído do Concelho de Barcelos - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2009b). Actualização dos Mapas de ruído do Concelho de Ílhavo - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2009c). Actualização dos “Mapas de ruído do Concelho de Póvoa de Lanhoso.” Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2009d). Mapas de Ruído do Concelho da Murtosa - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2009e). Mapas de Ruído do Concelho de Aveiro - Actualização e adaptação aos requisitos do DL 9/2007. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2009f). Mapas de Ruído do Concelho de Figueiró dos Vinhos - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.

- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2009g). Mapas de ruído do Concelho de Tondela - Resumo não técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2010). Mapas de ruído do Concelho de Sever do Vouga. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2011). Mapas de Ruído do Concelho de Moura - Actualização para os novos indicadores de ruído L_{den} e L_n - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2012a). Mapas de ruído do concelho de Aljustrel - Actualização para os novos indicadores de ruído L_{den} e L_n - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2012b). Mapas de ruído do Concelho de Almodôvar - Atualização para os novos indicadores de ruído L_{den} e L_n - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2012c). Mapas de ruído do Concelho de Ferreira do Alentejo - Actualização para os novos indicadores de ruído L_{den} e L_n - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2012d). Mapas de Ruído do Concelho de Ourique – Actualização para os novos indicadores de ruído L_{den} e L_n – Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2012e). Revisão dos Mapas de Ruído do Concelho da Mealhada - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2013). Mapas de Ruído do Concelho de Oliveira do Bairro – Actualização para os novos indicadores de ruído L_{den} e L_n – Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2014). Mapas de ruído do Concelho de Moimenta da Beira - Resumo Não Técnico. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2015). Mapas de ruído do concelho de Castanheira de Pera. Gafanha da Nazaré.
- Eco 14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L., & Lugar do Plano, G. do T. e C. (2013). Revisão dos Mapas de Ruído do Concelho de Ovar – Resumo Não Técnico. Aveiro.

- Enarpur, Estudos Atmosféricos e Energia, L., e ECO14 – Serviços e Consultadoria Ambiental, L. (2010). Mapas de ruído do Concelho de Paredes - Actualização e adaptação aos requisitos do DL 9/2007 - Resumo Não Técnico.
- European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise. (2007). Position Paper, Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure. Versão 2. Bruxelas, Bélgica.
- Eurostat. (2015). Quality of life - facts and views. Consultado em [08-05-2016], disponível em: (http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Quality_of_life_in_Europe_-_facts_and_views_-_environment#Environment_in_the_quality_of_life_framework)
- Goldberg, A. (1991). A Course in Econometrics. Cambridge: Harvard University. Harvard University Press. ISBN:0674.17544.1
- Healy, M. (1984). The use of R^2 as a measure of goodness of fit (Series A). Journal of the Royal Statistical Society.
- Instituto Nacional de Estatística, I.-P. (2014). População residente por local de residência (à data dos Censos 2011). Consultado em [23-01-2016], disponível em: (https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0006349&contexto=bd&selTab=tab2)
- Juraga, I., Paviotti, M., e Berger, B. (2015). - The Environmental Noise Directive at a turning point. Workshop European noise policy: where do we go?. EuroNoise 2015. Maastricht, Países Baixos.
- Laboratório de Acústica. (2007a). Mapas de Ruído - Escala Municipal - Adaptação dos Mapas de Ruído - Existentes aos Novos Indicadores L_{den} e L_n - Concelho : Ourém. Leiria.
- Laboratório de Acústica. (2007b). Mapas de Ruído - Escala Municipal - Adaptação dos Mapas de Ruído Existentes aos Novos Indicadores L_{den} e L_n - Concelho : Batalha. Leiria.
- Laboratório de Acústica. (2007c). Mapas de Ruído - Escala Municipal - Adaptação dos Mapas de Ruído Existentes aos Novos Indicadores L_{den} e L_n - Concelho : Leiria. Leiria.

- Laboratório de Acústica. (2007d). Mapas de Ruído - Escala Municipal - Adaptação dos Mapas de Ruído Existentes aos Novos Indicadores L_{den} e L_n - Concelho: Pombal. Leiria.
- Laboratório de Acústica. (2007e). Mapas de Ruído - Escala Municipal - Adaptação dos Mapas de Ruído Existentes aos Novos Indicadores L_{den} e L_n - Concelho: Porto de Mós. Leiria.
- Lambert, J., e Vallet, M. (1994). Study Related to the Preparation of a Communication on a Future EC Noise Policy. Bron, France.
- Maroco, J. (2007). Análise estatística com a utilização do software SPSS (3ª edição). Edições Sílabo. Lisboa.
- Mileu, N. Martins, C. e Ferreira, R. (2013). Resumo não técnico - Mapas estratégicos de ruído de Oeiras. Cascais.
- Montgomery, C., Peck, A., e Vining, G. (2012). Introduction to linear regression analysis (5ª edição).
- Murphy, E., e King, E. (2010). Strategic environmental noise mapping: methodological issues concerning the implementation of the EU Environmental Noise Directive and their policy implications. Environment International, 36, 290–298.
- Murphy, E., e King, E. (2014). Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health, and Policy (1st ed.). Elsevier.
- Núcleos de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Acústica - FEUP. (2014). Plano municipal de redução de ruído - Concelho do Porto. Porto.
- OMS. (2009). Night Noise Guidelines for Europe. WHO Regional Office for Europe. ISBN:978.92.890.4173.7. Copenhaga, Dinamarca.
- OMS. (2011). Burden of disease from Burden of disease from - Quantification of healthy life years lost in Europe. WHO Regional Office for Europe. ISBN:978.92.890.0229.5. Copenhaga, Dinamarca.
- PROGITAPE. (2012). Mapa de ruído do Concelho de Almeida. Engenharia de Acústica e Ambiente, Lda. Lisboa.
- Stoter, J. Kluijver, H. Kurakula, V. (2008). 3D noise mapping in urban areas. Enschede, Países Baixos.

Valadas, B. Guedes, M., e Coelho, J. L. B. (1999). Ruído Ambiente em Portugal. Direcção Geral do Ambiente.

Anexo 1 – Síntese dos valores de população exposta, segundo os documentos da Eco14, em percentagem (indicador L_{den}).

Município	População exposta por gama dB(A) – L_{den}										
	< 35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	> 80
Aguiar da Beira	62%	10%	11%	8%	5%	3%	1%	0%	0%	0%	0%
Aljustrel	60%			12%	11%	9%	6%	2%	0%		
Almeida	87,2%					7,3%	4,3%	0,8%	0,4%	0,0%	
Almodôvar	61%			13%	8%	8%	8%	3%	0%		
Aveiro	29%			19%	13%	15%	13%	9%	2%		
Barcelos	40%			19%	17%	11%	8%	4%	1%		
Castanheira de Pera	49%	8%	11%	12%	10%	7%	2%	1%	0%	0%	0%
Ferreira do Alentejo	54%			19%	14%	9%	4%	0%	0%		
Figueiró dos Vinhos	45%	9%	13%	10%	12%	6%	4%	1%	0%	0%	0%
Ílhavo	20%			19%	13%	7%	17%	21%	3%		
Mealhada	21%			19%	19%	21%	15%	4%	1%		
Mirandela	75%			15%	7%	1%	1%	1%	0%		
Moimenta da Beira	56%			19%	11%	10%	3%	0%	0%		
Monção	63%	9%	10%	8%	5%	3%	1%	1%	0%	0%	0%
Montemor-o-Velho	45%			15%	17%	15%	7%	1%	0%		
Moura	78%			8%	6%	4%	3%	1%	0%		
Murtosa	51%			15%	13%	14%	6%	1%	0%		
Oliveira do Bairro	46%			12%	12%	11%	14%	5%	0%		
Ourique	66%			16%	9%	7%	1%	0%	0%		
Ovar	11%			21%	22%	16%	14%	12%	4%		
Paredes	46%			17%	12%	10%	11%	4%	0%		
Pedrógão Grande	55%	12%	13%	9%	6%	3%	1%	1%	0%	0%	0%
Póvoa de Lanhoso	50%			14%	12%	11%	8%	4%	1%		
Santo Tirso	5%	5%	9%	16%	22%	18%	12%	7%	4%	2%	0%
Sever do Vouga	55%			15%	14%	10%	5%	1%	0%		
Tondela	56%			16%	14%	8%	5%	1%	0%		
Vagos	4%	8%	21%	27%	20%	12%	6%	2%	0%	0%	0%
Vieira do Minho	62%	9%	10%	8%	5%	3%	2%	1%	0%	0%	0%

Anexo 2 - Síntese dos valores de população exposta, segundo os documentos de outras entidades, em termos absolutos (indicador L_{den}).

Município	População exposta por gama de dB(A) (nº de pessoas expostas) - L_{den}										
	< 35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	> 80
Batalha	9304			1526	1190	817	1139	751	262	10	
Cascais	182345				11020	5416	2936	889	3873		
Leiria	68113			15804	11647	8427	8104	6339	1240	168	
Lisboa	244033					97800	105400	74000	24300	2200	
Matosinhos	121519				28179	12883	5533	5461	1903		
Oeiras	3024	100	6166	50901	53641	28907	16149	10644	2565	23	0
Ourém	34576			3544	2337	2016	2185	1469	90	0	
Pombal	39078			5158	4614	3334	3236	3202	640	37	
Porto	19615			31256	47766	49504	33243	27520	17972	10715	
Porto de Mós	8063			1739	1814	1272	2068	2026	342	3	

Anexo 3 – Síntese dos valores de população exposta, segundo os documentos da Eco14, em percentagem (indicador L_n).

Município	População exposta por gama dB(A) – L _n										
	< 35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	> 80
Aguiar da Beira	86%	7%	4%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Aljustrel	83%			10%	5%	2%	0%	0%	0%	0%	
Almeida	83,5%			7,8%	6,6%	1,5%	0,6%	0,0%			
Almodôvar	80%			10%	7%	3%	0%	0%	0%		
Aveiro	58%			15%	14%	9%	4%	0%	0%		
Barcelos	74%			13%	8%	4%	1%	0%	0%		
Castanheira de Pera	64%	14%	12%	6%	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Ferreira do Alentejo	83%			10%	6%	1%	0%	0%	0%		
Figueiró dos Vinhos	67%	11%	11%	6%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Ílhavo	49%			10%	16%	18%	7%	0%	0%		
Mealhada	53%			23%	16%	6%	2%	0%	0%		
Mirandela	96%			2%	1%	0%	0%	0%	0%		
Moimenta da Beira	85%			11%	4%	0%	0%	0%	0%		
Monção	79%	9%	5%	4%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Montemor-o-Velho	81%			12%	6%	1%	0%	0%	0%		
Moura	91%		4%	3%	2%	0%	0%	0%			
Murtosa	83%			11%	5%	1%	0%	0%	0%		
Oliveira do Bairro	72%			9%	10%	9%	0%	0%	0%		
Ourique	91%		6%	2%	0%	0%	0%	0%			
Ovar	46%		17%	16%	13%	7%	0%	0%			
Paredes	74%			10%	11%	5%	0%	0%	0%		
Pedrógão Grande	75%	11%	7%	4%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Póvoa de Lanhoso	76%			11%	8%	4%	1%	0%	0%		
Santo Tirso	8%	10%	17%	21%	18%	12%	7%	4%	2%	1%	0%
Sever do Vouga	86%			10%	4%	0%	0%	0%	0%		
Tondela	85%			14%		1%	0%	0%	0%		
Vagos	20%	29%	24%	16%	8%	2%	1%	0%	0%	0%	0%
Vieira do Minho	79%	9%	5%	4%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%

Anexo 4 – Síntese dos valores de população exposta, segundo os documentos de outras entidades, em termos absolutos (indicador L_n).

Município	População exposta por gama de dB(A) (nº de pessoas expostas) - L _n										
	< 35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	> 80
Batalha	8424			1400	1566	1074	1046	935	454	104	
Cascais	191167		7175	4470	3045	575	47	0			
Leiria	63238			14047	13510	10620	8280	7076	2753	317	
Lisboa	220233		100400	102600	84400	33600	6300	200			
Matosinhos	84324		53664	20817	8047	4039	4587				
Oeiras	4135	32054	59876	38921	19427	13573	3785	349	0	0	0
Ourém	32556			4008	3039	2288	2015	1928	382	0	
Pombal	35311			5613	5353	4419	3604	3249	1583	166	
Porto	87956			51993	36860	28001	19991	8848	3371	572	
Porto de Mós	6653			1938	1851	1692	1776	2249	1096	100	
Póvoa de Varzim	55411			3032	3619	3801	600	0	0		

Anexo 5 – Dados das variáveis dependentes para a criação dos modelos (dados de exposição uniformizados por gamas)

Município	L_{den} [dB(A)]					L_n [dB(A)]				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Aljustrel	7683	833	555	185	0	7683	926	463	185	0
Almeida	6315	529	311	58	29	6047	565	478	109	43
Almodôvar	6108	596	596	223	0	5959	745	521	223	0
Aveiro	47855	11768	10199	7061	1569	45501	11768	10983	7061	3138
Barcelos	91497	13243	9631	4816	1204	89089	15651	9631	4816	1204
Batalha	12020	817	1139	751	272	8424	1400	1566	1074	2539
Cascais	193365	5416	2936	889	3873	198342	4470	3045	575	47
Castanheira de Pera	2872	223	64	32	0	2872	191	96	32	0
Ferreira do Alentejo	7182	743	330	0	0	6852	826	495	83	0
Figueiró dos Vinhos	5490	370	247	62	0	5490	370	247	62	0
Ílhavo	20071	2702	6562	8106	1158	18913	3860	6176	6948	2702
Leiria	95564	8427	8104	6339	1408	63238	14047	13510	10620	18426
Lisboa	244033	97800	105400	74000	26500	320633	102600	84400	33600	6500
Matosinhos	149698	12883	5533	5461	1903	137988	20817	8047	4039	4587
Mealhada	12053	4290	3064	817	204	10827	4698	3268	1226	409
Mirandela	23135	239	239	239	0	22896	477	239	0	0
Moimenta da Beira	8782	1021	306	0	0	8680	1123	408	0	0
Monção	18269	577	192	192	0	17884	769	385	192	0
Montemor-o-Velho	20152	3926	1832	262	0	21199	3141	1570	262	0
Moura	13954	607	455	152	0	14409	455	303	0	0
Murtosa	8362	1482	635	106	0	8786	1164	529	106	0
Oeiras	113832	28907	16149	10644	2588	96065	38921	19427	13573	4134
Oliveira do Bairro	16120	2533	3224	1151	0	16580	2073	2303	2073	0
Ourém	40457	2016	2185	1469	90	32556	4008	3039	2288	4325
Ourique	4904	377	54	0	0	5227	108	0	0	0
Ovar	29915	8864	7756	6648	2216	34901	8864	7202	3878	0
Paredes	65141	8685	9554	3474	0	64272	8685	9554	4343	0
Pedrógão Grande	3719	117	39	39	0	3641	157	78	39	0
Pombal	48850	3334	3236	3202	677	35311	5613	5353	4419	8602
Porto	98637	49504	33243	27520	28687	87956	51993	36860	28001	32782
Porto de Mós	11616	1272	2068	2026	345	6653	1938	1851	1692	5221
Póvoa de Lanhoso	16633	2407	1751	875	219	16633	2407	1751	875	219
Póvoa de Varzim	56092	2527	3650	3903	290	55411	3032	3619	3801	600
Santo Tirso	40772	12875	8584	5007	4292	25036	15021	12875	8584	10014
Sever do Vouga	10379	1236	618	124	0	10626	1236	494	0	0
Tondela	24894	2316	1447	289	0	24604	4052	0	289	0

Município	L_{den} [dB(A)]					L_n [dB(A)]				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Vagos	18281	2742	1371	457	0	16681	3656	1828	457	229
Vieira do Minho	12217	390	260	130	0	12087	520	260	130	0

Anexo 6 – Dados complementares dos municípios sem informação de população exposta.

Município	População residente	Densidade pop. [hab./km²]	Densidad e de GIT [km/km²]	Nº de veículos	Município	População residente	Densidade pop. [hab./km²]	Densidad e de GIT [km/km²]	Nº de veículos
Abrantes	39325	55	0,00	24649	Arraiolos	7363	10,8	0,00	4515
Águeda	47729	142,4	0,10	37719	Arronches	3165	10,1	0,00	2075
Aguiar da Beira	5473	26,5	0,00	5180	Arruda dos Vinhos	13391	171,8	0,02	10229
Alandroal	5843	10,8	0,00	3598	Aveiro	78450	397,1	0,24	52680
Albergaria-a-Velha	25252	159	0,23	19802	Avis	4571	7,5	0,00	3109
Albufeira	40828	290,3	0,21	31224	Azambuja	21814	83,1	0,21	14271
Alcácer do Sal	13046	8,7	0,05	9032	Baião	20522	117,6	0,00	11454
Alcanena	13868	108,9	0,12	10339	Barcelos	120391	317,7	0,21	84979
Alcobaça	56693	138,9	0,11	44466	Barrancos	1834	10,9	0,00	1103
Alcochete	17569	136,9	0,11	10073	Barreiro	78764	2164,4	0,45	33865
Alcoutim	2917	5,1	0,00	2030	Batalha	15805	152,8	0,04	14548
Alenquer	43267	142,2	0,05	30857	Beja	35854	31,3	0,00	22559
Alfândega da Fé	5104	15,9	0,00	3997	Belmonte	6859	57,8	0,00	5205
Alijó	11942	40,1	0,03	8315	Benavente	29019	55,7	0,07	19047
Aljezur	5884	18,2	0,00	4220	Bombarral	13193	144,5	0,16	10519
Aljustrel	9257	20,2	0,05	6391	Borba	7333	50,5	0,00	4940
Almada	174030	2478,8	0,34	83479	Boticas	5750	17,9	0,00	4689
Almeida	7242	14,0	0,00	5952	Braga	181494	989,6	0,36	110833
Almeirim	23376	105,2	0,01	17103	Bragança	35341	30,1	0,00	28357
Almodôvar	7449	9,6	0,03	5627	Cabeceiras de Basto	16710	69,1	0,00	10705
Alpiarça	7702	80,8	0,00	5796	Cadaval	14228	81,4	0,00	11141
Alter do Chão	3562	9,8	0,00	2260	Caldas da Rainha	51729	202,3	0,07	37755
Alvaiázere	7287	45,4	0,00	6364	Caminha	16684	122,2	0,13	11091
Alvito	2504	9,5	0,00	7500	Campo Maior	8456	34,2	0,00	6020
Amadora	175136	7363,4	0,98	76017	Cantanhede	36595	93,6	0,02	32589
Amarante	56264	186,7	0,11	33889	Carraceda de Ansiães	6373	22,8	0,00	4723
Amares	18889	230,5	0,11	13270	Carregal do Sal	9835	84,1	0,00	7863
Anadia	29150	134,6	0,15	23996	Cartaxo	24462	154,7	0,19	16434
Ansião	13128	74,6	0,00	10806	Cascais	206479	2119,9	0,41	123670
Arcos de Valdevez	22847	51,0	0,00	15615	Castanheira de Pera	3191	47,8	0,00	2217
Arganil	12145	36,5	0,00	9328	Castelo Branco	56109	39,0	0,01	39192
Armamar	6297	53,7	0,00	4594					
Arouca	22359	67,9	0,00	18396					

Avaliação da exposição da população portuguesa a ruído ambiente

Município	População residente	Densidade pop. [hab./km ²]	Densidad e de GIT [km/km ²]	Nº de veículos	Município	População residente	Densidade pop. [hab./km ²]	Densidad e de GIT [km/km ²]	Nº de veículos
Castelo de Paiva	16733	145,5	0,00	10300	Figueiró dos Vinhos	6169	35,6	0,00	4632
Castelo de Vide	3407	12,9	0,00	2323	Fornos de Algodres	4989	38,0	0,00	3848
Castro Daire	15339	40,5	0,00	11225	Freixo de Espada à Cinta	3780	15,5	0,00	2603
Castro Marim	6747	22,4	0,02	4855	Fronteira	3410	13,7	0,00	2355
Castro Verde	7276	12,8	0,03	5587	Fundão	29213	41,7	0,00	21441
Celorico da Beira	7693	31,1	0,03	5839	Gavião	4132	14,0	0,00	2544
Celorico de Basto	20098	111,0	0,04	12234	Góis	4260	16,2	0,00	3227
Chamusca	10120	13,6	0,00	6825	Golegã	5465	71,3	0,06	3752
Chaves	41243	69,8	0,00	30266	Gondomar	168027	1274,3	0,16	82028
Cinfães	20427	85,4	0,00	10722	Gouveia	14046	46,7	0,00	10422
Coimbra	143396	449,0	0,26	93323	Grândola	14826	18,0	0,03	9682
Condeixa-a-Nova	17078	123,2	0,18	12342	Guarda	42541	59,7	0,01	32896
Constância	4056	50,5	0,07	2777	Guimarães	158124	656,0	0,31	91266
Coruche	19944	17,9	0,00	14533	Idanha-a-Nova	9716	6,9	0,00	6330
Covilhã	51797	93,2	0,00	31103	Ílhavo	38598	524,9	0,07	26023
Crato	3708	9,3	0,00	2483	Lagoa	22975	260,3	0,19	17794
Cuba	4878	28,3	0,00	2685	Lagos	31049	145,8	0,07	20525
Elvas	23078	36,6	0,03	13957	Lamego	26691	161,4	0,00	16249
Entroncamento	20206	1471,9	0,72	11772	Leiria	126897	224,6	0,15	105502
Espinho	31786	1509,5	0,82	16491	Lisboa	547733	6446,2	0,52	363005
Esposende	34254	359	0,31	23790	Loulé	70622	92,4	0,05	53524
Estarreja	26997	249,6	0,56	20507	Loures	205054	1211,2	0,47	123640
Estremoz	14318	27,9	0,00	9921	Lourinhã	25735	174,9	0,10	19651
Évora	56596	43,3	0,02	38201	Lousã	17604	127,2	0,00	12049
Fafe	50633	231,1	0,07	33043	Lousada	47387	493,2	0,08	27496
Faro	64560	319,8	0,11	46037	Mação	7338	18,3	0,00	5491
Felgueiras	58065	501,7	0,07	38875	Macedo de Cavaleiros	15776	22,6	0,00	12735
Ferreira do Alentejo	8255	12,7	0,03	5416	Mafra	76685	262,9	0,11	55966
Ferreira do Zêzere	8619	45,3	0,00	7226	Maia	135306	1630,3	0,40	76752
Figueira da Foz	62125	163,9	0,08	46884	Mangualde	19880	90,7	0,03	16619
Figueira de Castelo Rodrigo	6260	12,3	0,00	4805	Manteigas	3430	28,1	0,00	2054
					Marco de Canaveses	53450	264,7	0,08	32050
					Marinha Grande	38681	206,6	0,09	28188
					Marvão	3512	22,7	0,00	2503
					Matosinhos	175478	2811,3	0,50	91432
					Mealhada	20428	184,6	0,25	16749

Município	População residente	Densidade pop. [hab./km²]	Densidad e de GIT [km/km²]	Nº de veículos	Município	População residente	Densidade pop. [hab./km²]	Densidad e de GIT [km/km²]	Nº de veículos
Mêda	5202	18,2	0,00	4770	Oliveira do Bairro	23028	263,7	0,21	18028
Melgaço	9213	38,7	0,00	7617	Oliveira do Hospital	20855	88,9	0,00	15501
Mértola	7274	5,6	0,00	4966	Ourém	45932	110,3	0,07	39108
Mesão Frio	4433	166,3	0,00	2074	Ourique	5389	8,1	0,02	4187
Mira	12465	100,5	0,00	9516	Ovar	55398	375,1	0,41	35448
Miranda do Corvo	13098	103,6	0,00	9232	Paços de Ferreira	56340	793,6	0,17	33756
Miranda do Douro	7482	15,4	0,00	7487	Palmela	62831	135,1	0,20	41120
Mirandela	23850	36,2	0,00	17818	Pampilhosa da Serra	4481	11,3	0,00	2688
Mogadouro	9542	12,5	0,00	9201	Paredes	86854	554,1	0,24	52039
Moimenta da Beira	10212	46,4	0,00	8411	Paredes de Coura	9198	66,6	0,04	7169
Moita	66029	1194,9	0,17	30428	Pedrógão Grande	3915	30,4	0,00	3138
Monção	19230	91,0	0,03	16618	Penacova	15251	70,4	0,09	12043
Monchique	6045	15,3	0,00	7792	Penafiel	72265	340,5	0,18	43628
Mondim de Basto	7493	43,5	0,00	4738	Penalva do Castelo	7956	59,2	0,00	6386
Monforte	3329	7,9	0,00	2017	Penamacor	5682	10,1	0,00	4145
Montalegre	10537	13,1	0,00	8849	Penedono	2952	22,1	0,00	2741
Montemor-o-Novo	17437	14,1	0,00	11737	Penela	5983	44,4	0,00	4863
Montemor-o-Velho	26171	114,3	0,04	21697	Peniche	27753	357,9	0,11	16676
Montijo	51222	146,9	0,04	28336	Peso da Régua	17131	180,6	0,00	9269
Mora	4978	11,2	0,00	3398	Pinhel	9627	19,9	0,00	9538
Mortágua	9607	38,2	0,02	9413	Pombal	55217	88,2	0,15	48171
Moura	15167	15,8	0,00	9237	Ponte da Barca	12061	66,2	0,00	8427
Mourão	2663	9,6	0,00	1593	Ponte de Lima	43498	135,8	0,06	31255
Murça	5952	31,4	0,00	4409	Ponte de Sor	16722	19,9	0,00	10971
Murtosa	10585	144,8	0,00	6827	Portalegre	24930	55,8	0,00	16596
Nazaré	15158	183,9	0,12	9801	Portel	6428	10,7	0,00	3686
Nelas	14037	111,7	0,00	10525	Portimão	55614	305,5	0,07	35561
Nisa	7450	12,9	0,00	4863	Porto	237591	5736,1	0,78	122814
Óbidos	11772	83,2	0,06	9658	Porto de Mós	24342	93,0	0,03	19019
Odemira	26066	15,1	0,00	18222	Póvoa de Lanhoso	21886	164,9	0,11	15310
Odivelas	144549	5484,3	0,61	73577	Póvoa de Varzim	63408	771,3	0,45	38777
Oeiras	172120	3751,3	1,11	131610	Proença-a-Nova	8314	21,0	0,00	5822
Oleiros	5721	12,1	0,00	4012					
Olhão	45396	346,9	0,09	24137					
Oliveira de Azeméis	68611	425,9	0,12	47781					
Oliveira de Frades	10261	70,6	0,04	8555					

Avaliação da exposição da população portuguesa a ruído ambiente

Município	População residente	Densidade pop. [hab./km ²]	Densidad e de GIT [km/km ²]	Nº de veículos	Município	População residente	Densidade pop. [hab./km ²]	Densidad e de GIT [km/km ²]	Nº de veículos
Redondo	7031	19,0	0,00	4579	Sintra	377835	1183,6	0,28	201364
Reguengos de Monsaraz	10828	23,3	0,00	6836	Sobral de Monte Agraço	10156	194,9	0,03	8763
Resende	11364	92,1	0,00	6433	Soure	19245	72,6	0,12	16161
Ribeira de Pena	6544	30,1	0,00	4425	Sousel	5074	18,2	0,00	3627
Rio Maior	21192	77,7	0,04	15608	Tábua	12071	60,4	0,00	9393
Sabrosa	6361	40,5	0,00	4405	Tabuaço	6350	47,4	0,00	3885
Sabugal	12544	15,2	0,00	9840	Tarouca	8048	80,4	0,00	5303
Salvaterra de Magos	22159	90,8	0,01	15447	Tavira	26167	43,1	0,02	18537
Santa Comba Dão	11597	103,6	0,15	9637	Terras de Bouro	7253	26,1	0,00	5278
Santa Maria da Feira	139312	645,3	0,29	89194	Tomar	40677	115,8	0,06	28433
Santa Marta de Penaguião	7719	106,2	0,00	4538	Tondela	28946	78,0	0,06	23456
Santarém	62200	111,0	0,13	41414	Torre de Moncorvo	8572	16,1	0,00	5943
Santiago do Cacém	29749	28,1	0,00	21793	Torres Novas	36717	136	0,11	27152
Santo Tirso	71530	523,6	0,15	43155	Torres Vedras	79465	195,2	0,11	58386
São Brás de Alportel	10662	69,5	0,00	9126	Trancoso	9878	27,3	0,00	8977
São João da Madeira	21713	2733,6	1,74	15582	Trofa	38999	541,5	0,28	26259
São João da Pesqueira	7874	29,6	0,00	5391	Vagos	22851	138,6	0,06	19036
São Pedro do Sul	16851	48,3	0,00	13161	Vale de Cambra	22864	155,2	0,02	18275
Sardoal	3939	42,7	0,00	2978	Valença	14127	120,6	0,20	10502
Sátão	12444	61,6	0,00	9793	Valongo	93858	1249,4	0,57	48521
Seia	24702	56,7	0,00	17742	Valpaços	16882	30,8	0,00	13047
Seixal	158269	1657,3	0,64	80166	Vendas Novas	11846	53,3	0,03	8119
Sernancelhe	5671	24,8	0,00	5044	Viana do Alentejo	5743	14,6	0,00	3884
Serpa	15623	14,1	0,00	10450	Viana do Castelo	88725	278,1	0,14	61063
Sertão	15880	35,5	0,00	12367	Vidigueira	5932	18,7	0,00	3713
Sesimbra	49500	253,2	0,11	29564	Vieira do Minho	12997	59,5	0,00	9322
Setúbal	121185	526,2	0,16	66715	Vila de Rei	3452	18,0	0,00	2541
Sever do Vouga	12356	95,1	0,05	10253	Vila do Bispo	5258	29,4	0,07	3830
Silves	37126	54,6	0,05	25648	Vila do Conde	79533	533,7	0,10	47873
Sines	14238	70,0	0,00	9233	Vila Flor	6697	25,2	0,00	5501
					Vila Franca de Xira	136886	430,3	0,22	73222

Município	População residente	Densidade pop. [hab./km²]	Densidad e de GIT [km/km²]	Nº de veículos	Município	População residente	Densidade pop. [hab./km²]	Densidad e de GIT [km/km²]	Nº de veículos
Vila Nova da Barquinha	7322	147,8	0,17	4604	Vila Pouca de Aguiar	13187	30,2	0,00	10001
Vila Nova de Cerveira	9253	85,3	0,18	6928	Vila Real	51850	136,9	0,11	35557
Vila Nova de Famalicão	133832	663,9	0,33	86288	Vila Real de Santo António	19156	312,8	0,10	11140
Vila Nova de Foz Côa	7312	18,4	0,00	5741	Vila Velha de Ródão	3521	10,7	0,00	2321
Vila Nova de Gaia	302295	1794,4	0,46	161236	Vila Verde	47888	209,4	0,08	32834
Vila Nova de Paiva	5176	29,5	0,00	4105	Vila Viçosa	8319	42,7	0,00	5537
Vila Nova de Poiares	7281	86,2	0,00	6047	Vimioso	4669	9,7	0,00	4266
					Vinhais	9066	13,0	0,00	7290
					Viseu	99274	195,8	0,03	69971
					Vizela	23736	961	0,17	14762
					Vouzela	10564	54,5	0,06	8394

Anexo 7 – Dados complementares obtidos para municípios com dados de população exposta (variáveis independentes para a criação dos modelos)

Município	População residente	Densidade de GIT [km/km ²]	Nº de veículos	Densidade populacional [habitantes/km ²]
Aljustrel	9257	0,05	6391	9257
Almeida	7242	0,00	5952	7242
Almodôvar	7449	0,03	5627	7449
Aveiro	78450	0,24	52680	78450
Barcelos	120391	0,21	84979	120391
Batalha	15805	0,04	14548	15805
Cascais	206479	0,41	123670	206479
Castanheira de Pera	3191	0,00	2217	3191
Ferreira do Alentejo	8255	0,03	5416	8255
Figueiró dos Vinhos	6169	0,00	4632	6169
Ílhavo	38598	0,07	26023	38598
Leiria	126897	0,15	105502	126897
Lisboa	547733	0,52	363005	547733
Matosinhos	175478	0,50	91432	175478
Mealhada	20428	0,25	16749	20428
Mirandela	23850	0,00	17818	23850
Moimenta da Beira	10212	0,00	8411	10212
Monção	19230	0,03	16618	19230
Montemor-o-Velho	26171	0,04	21697	26171
Moura	15167	0,00	9237	15167
Murtosa	10585	0,00	6827	10585
Oeiras	172120	1,11	131610	172120
Oliveira do Bairro	23028	0,21	18028	23028
Ourém	45932	0,07	39108	45932
Ourique	5389	0,02	4187	5389
Ovar	55398	0,41	35448	55398
Paredes	86854	0,24	52039	86854
Pedrógão Grande	3915	0,00	3138	3915
Pombal	55217	0,15	48171	55217
Porto	237591	0,78	122814	237591
Porto de Mós	24342	0,03	19019	24342
Póvoa de Lanhoso	21886	0,11	15310	21886
Póvoa de Varzim	63408	0,45	38777	63408
Santo Tirso	71530	0,15	43155	71530
Sever do Vouga	12356	0,05	10253	12356
Tondela	28946	0,06	23456	28946
Vagos	22851	0,06	19036	22851

Município	População residente	Densidade de GIT [km/km²]	Nº de veículos	Densidade populacional [habitantes/km²]
Vieira do Minho	12997	0,00	9322	12997

Anexo 8 – Resultados do modelo, para os municípios de que não se dispunha de dados.

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Abrantes	29119	2042	3596	1214	483	23857	3365	2602	1109	1071
Águeda	34704	3537	4683	1607	636	35330	5677	3318	2040	1579
Aguiar da Beira	4878	451	244	70	30	5653	495	219	119	258
Alandroal	5176	317	267	77	32	4039	316	237	70	185
Albergaria-a-Velha	19493	2307	1965	640	258	19492	2571	1492	810	877
Albufeira	30125	3473	3785	1282	510	29675	4500	2727	1556	1329
Alcácer do Sal	10716	825	798	246	101	9444	980	651	263	429
Alcanena	11326	1051	868	269	110	10699	1157	703	319	485
Alcobaça	40560	4205	5923	2061	811	41126	6949	4119	2583	1835
Alcochete	14033	1007	1198	378	154	10445	1120	946	308	474
Alcoutim	2758	182	103	28	12	2381	156	99	31	110
Alenquer	31751	2731	4097	1394	553	29353	4435	2934	1530	1315
Alfândega da Fé	4579	351	222	63	27	4450	360	200	82	204
Alijó	9891	748	708	216	89	8750	885	582	234	398
Aljezur	5209	370	269	78	33	4679	385	239	88	214
Almada	112048	10854	27347	10445	3971	73553	15070	16850	6369	3259
Almeirim	18176	1463	1769	572	231	17026	2148	1354	657	768
Alpiarça	6648	503	389	115	48	6271	568	336	139	286
Alter do Chão	3305	202	136	38	16	2629	179	127	36	121
Alvaiázere	6322	551	361	106	44	6836	637	313	159	312
Alvito	2402	646	84	23	10	7955	780	82	202	362
Amadora	112693	24593	27584	10542	4007	67463	13432	16985	5570	2992
Amarante	40282	3237	5862	2039	803	32006	4977	4080	1750	1432
Amares	14985	1315	1323	420	171	13471	1572	1036	457	609
Anadia	22201	2477	2390	787	316	23273	3256	1786	1067	1045
Ansião	10777	919	805	248	102	11144	1221	656	340	505
Arcos de Valdevez	17803	1313	1715	553	224	15654	1920	1315	577	706
Arganil	10043	797	724	222	92	9730	1019	595	276	442
Armamar	5539	402	296	86	36	5060	427	261	100	231
Arouca	17458	1539	1665	536	217	18211	2349	1280	729	820
Arraiolos	6382	395	366	107	45	4980	418	317	97	228
Arronches	2970	186	116	32	14	2430	161	110	32	112
Arruda dos Vinhos	10972	895	827	255	105	10594	1142	672	314	480
Avis	4144	275	191	54	23	3529	264	174	57	162
Azambuja	17072	1621	1610	517	210	14406	1719	1241	507	651
Baião	16154	973	1481	474	192	11760	1312	1150	370	533
Barrancos	1812	101	55	14	6	1356	74	55	13	63

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Barreiro	54635	5296	9275	3317	1292	31985	4972	6226	1748	1431
Beja	26780	1875	3170	1062	424	21984	3018	2317	977	988
Belmonte	5985	453	332	97	41	5679	498	290	119	259
Benavente	22110	1758	2376	782	314	18805	2451	1776	766	847
Bombarral	10825	1120	811	250	103	10871	1182	660	327	493
Borba	6358	431	364	107	45	5411	467	316	111	247
Boticas	5101	410	261	75	32	5157	438	233	103	236
Braga	116394	14577	28959	11100	4215	95546	21350	17763	9561	4220
Bragança	26433	2339	3109	1040	416	27151	3998	2275	1356	1217
Cabeceiras de Basto	13410	911	1119	352	144	11048	1207	888	336	501
Cadaval	11592	947	899	279	115	11463	1268	726	355	519
Caldas da Rainha	37329	3398	5227	1805	713	35362	5683	3671	2043	1580
Caminha	13391	1143	1117	351	144	11415	1261	886	353	517
Campo Maior	7235	522	442	131	55	6495	595	377	147	296
Cantanhede	27281	2763	3260	1094	437	30871	4743	2377	1655	1382
Carraceda de Ansiães	5599	413	300	87	37	5191	442	265	104	237
Carregal do Sal	8296	676	543	163	68	8310	826	456	216	378
Cartaxo	18940	1800	1882	611	247	16410	2045	1433	620	740
Castelo Branco	40181	3225	5840	2030	800	36602	5950	4066	2155	1635
Castelo de Paiva	13426	878	1121	353	144	10662	1152	890	318	483
Castelo de Vide	3175	208	128	35	15	2697	185	121	38	124
Castro Daire	12409	954	996	311	127	11543	1280	798	359	523
Castro Marim	5896	436	325	95	40	5325	457	284	108	243
Castro Verde	6314	503	360	106	44	6062	543	313	132	277
Celorico da Beira	6641	528	388	115	48	6314	573	335	141	288
Celorico de Basto	15851	1094	1439	460	187	12497	1423	1120	406	566
Chamusca	8513	589	565	170	71	7292	694	473	176	332
Chaves	30402	2491	3837	1301	517	28834	4331	2762	1488	1292
Cinfães	16086	912	1472	471	191	11064	1210	1143	336	501
Coimbra	94021	10723	21000	7893	3019	81524	17283	13213	7473	3607
Condeixa-a-Nova	13677	1353	1153	363	148	12599	1438	913	412	570
Constância	3718	274	162	45	19	3180	230	150	49	146
Coruche	15741	1225	1424	455	185	14650	1758	1109	520	662
Covilhã	37373	2558	5236	1809	714	29569	4479	3678	1548	1324
Crato	3428	221	144	40	17	2868	200	134	41	132
Cuba	4395	239	209	59	25	3082	221	189	46	142
Elvas	17966	1227	1738	561	227	14113	1673	1332	491	638
Entroncamento	15928	2810	1450	463	188	12061	1357	1127	385	546
Espinho	24012	4511	2690	892	358	16463	2053	1992	623	743
Esposende	25695	3062	2979	994	398	23089	3222	2188	1054	1037

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Estarreja	20710	3812	2153	704	284	20131	2684	1622	852	906
Estremoz	11658	846	906	281	116	10299	1100	731	301	467
Évora	40497	3208	5909	2056	809	35747	5766	4110	2078	1597
Fafe	36611	2998	5076	1750	691	31268	4824	3574	1688	1400
Faro	45628	4402	7071	2487	975	42465	7252	4850	2715	1894
Felgueiras	41448	3505	6119	2134	839	36329	5891	4245	2130	1623
Ferreira do Zêzere	7361	623	454	135	56	7687	745	387	191	350
Figueira da Foz	44066	4273	6710	2353	924	43186	7416	4621	2786	1926
Figueira de Castelo Rodrigo	5509	420	293	85	36	5275	451	259	106	241
Fornos de Algodres	4485	338	215	61	26	4297	343	195	77	197
Freixo de Espada à Cinta	3488	232	147	41	18	2995	212	137	44	138
Fronteira	3177	210	128	35	15	2731	188	121	38	126
Fundão	22244	1794	2397	790	317	20976	2835	1791	908	943
Gavião	3781	227	166	47	20	2933	206	154	43	135
Góis	3887	285	173	49	21	3653	277	160	60	168
Golegã	4871	362	244	70	30	4198	333	218	75	192
Gondomar	108541	8261	26069	9928	3779	72372	14749	16124	6211	3207
Gouveia	11457	888	883	274	112	10778	1168	714	323	489
Grândola	12032	867	951	296	121	10070	1067	764	291	457
Guarda	31268	2751	4003	1360	540	31139	4798	2872	1677	1394
Guimarães	102729	11378	23996	9093	3467	79864	16816	14939	7238	3535
Idanha-a-Nova	8205	548	534	161	67	6803	633	449	158	310
Lagoa	17894	1943	1728	558	226	17660	2255	1325	695	796
Lagos	23507	1885	2605	862	346	20147	2687	1934	853	907
Lamego	20497	1364	2120	693	279	16240	2017	1599	610	733
Loulé	49493	4665	7992	2832	1107	48802	8727	5428	3369	2173
Loures	130003	19108	34205	13244	5010	105693	24421	20706	11183	4663
Lourinhã	19831	1880	2017	657	265	19354	2547	1528	801	871
Lousã	14058	1022	1201	379	155	12323	1396	948	398	558
Lousada	34478	2551	4638	1590	629	26389	3849	3289	1297	1184
Mação	6362	477	364	107	45	5966	532	316	129	272
Macedo de Cavaleiros	12729	1078	1035	324	133	12969	1495	826	430	587
Mafra	53327	5322	8942	3191	1244	50853	9219	6020	3591	2263
Maia	89202	10827	19401	7257	2781	68065	13592	12283	5647	3018
Mangualde	15695	1450	1418	452	184	16581	2073	1105	630	748
Manteigas	3194	184	129	36	15	2407	159	122	32	111
Marco de Canaveses	38452	2952	5465	1893	746	30399	4647	3826	1616	1361
Marinha Grande	28686	2662	3516	1185	472	27002	3968	2548	1344	1211
Marvão	3263	223	133	37	16	2889	202	125	42	133
Mêda	4659	417	228	65	28	5239	447	205	105	240

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Melgaço	7819	655	497	149	62	8070	795	420	206	367
Mértola	6312	433	360	106	44	5437	470	312	112	249
Mesão Frio	4030	186	183	52	22	2429	161	168	32	112
Mira	10282	813	750	230	95	9911	1045	615	284	450
Miranda do Corvo	10754	789	803	247	102	9637	1007	654	271	437
Miranda do Douro	6475	644	374	110	46	7943	778	324	201	361
Mogadouro	8071	787	521	156	65	9607	1002	439	270	436
Moita	46567	3183	7292	2570	1007	28976	4360	4989	1500	1298
Monchique	5338	670	280	81	34	8241	817	248	213	375
Mondim de Basto	6484	414	375	110	46	5207	443	324	104	238
Monforte	3109	181	124	34	15	2367	155	117	31	109
Montalegre	8830	758	597	181	75	9268	955	498	255	421
Montemor-o-Novo	13937	996	1186	374	153	12028	1352	937	383	545
Montijo	36997	2483	5157	1780	703	27133	3994	3626	1354	1216
Mora	4476	300	215	61	26	3831	295	194	65	176
Mortágua	8121	828	526	158	66	9811	1031	443	279	445
Mourão	2540	144	91	25	11	1904	116	88	22	88
Murça	5263	386	274	79	33	4872	406	243	94	223
Nazaré	12276	996	980	306	125	10184	1083	786	296	462
Nelas	11451	896	882	273	112	10877	1183	713	328	493
Nisa	6450	424	372	109	46	5333	458	322	108	244
Óbidos	9763	899	694	212	88	10047	1064	572	290	456
Odemira	20062	1525	2052	670	270	18052	2321	1552	719	813
Odivelas	94705	14141	21230	7985	3053	65462	12904	13346	5315	2904
Oleiros	5078	352	259	75	32	4466	361	231	82	205
Olhão	33163	2262	4374	1494	592	23399	3280	3116	1076	1051
Oliveira de Azeméis	48214	4607	7683	2716	1063	43948	7591	5235	2863	1959
Oliveira de Frades	8621	772	575	174	72	8983	917	481	243	408
Oliveira do Hospital	16391	1304	1514	485	197	15548	1903	1173	571	702
Paços de Ferreira	40331	3550	5872	2043	804	31890	4953	4087	1740	1427
Palmela	44519	4485	6814	2392	938	38261	6312	4687	2309	1708
Pampilhosa da Serra	4070	239	186	52	22	3086	221	170	46	142
Paredes de Coura	7807	658	496	148	62	7631	738	420	189	347
Penacova	12344	1168	988	308	126	12317	1395	792	397	557
Penafiel	50535	4624	8247	2928	1144	40410	6788	5587	2513	1803
Penalva do Castelo	6846	553	407	120	50	6858	640	350	160	313
Penamacor	5046	364	257	74	31	4602	376	229	86	211
Penedono	2788	244	105	29	12	3142	226	101	48	145
Penela	5288	424	276	80	34	5333	458	244	108	244
Peniche	21234	1639	2235	733	295	16633	2082	1680	633	750

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Peso da Régua	13715	792	1158	365	149	9673	1012	916	273	439
Pinhel	8137	815	527	158	66	9932	1048	444	284	451
Ponte da Barca	9980	723	717	220	91	8859	900	590	238	403
Ponte de Lima	31905	2809	4126	1405	558	29703	4506	2953	1558	1330
Ponte de Sor	13418	933	1120	352	144	11301	1244	889	348	512
Portalegre	19268	1393	1931	628	253	16559	2070	1468	629	747
Portel	5643	325	304	88	37	4130	326	268	73	189
Póvoa de Varzim	44889	6006	6900	2424	951	36244	5873	4741	2123	1619
Portimão	39860	3209	5769	2005	790	33461	5280	4021	1875	1496
Proença-a-Nova	7124	505	432	128	54	6297	571	370	140	287
Redondo	6121	400	344	101	42	5045	425	299	99	231
Reguengos de Monsaraz	9051	590	619	188	78	7303	696	515	177	333
Resende	9456	556	661	201	83	6905	646	547	162	315
Ribeira de Pena	5735	387	312	91	38	4888	408	274	95	224
Rio Maior	16631	1392	1547	496	201	15647	1919	1197	576	706
Sabrosa	5590	386	300	87	37	4868	405	264	94	223
Sabugal	10341	840	757	232	96	10222	1089	619	297	464
Salvaterra de Magos	17317	1314	1644	529	215	15498	1895	1266	568	700
Santa Comba Dão	9632	1018	680	207	86	10027	1061	561	289	455
Santa Maria da Feira	91591	10676	20188	7570	2898	78189	16348	12742	7003	3462
Santa Marta de Penaguião	6661	397	390	115	48	5003	421	337	98	229
Santarém	44114	4041	6721	2357	925	38513	6367	4628	2333	1720
Santiago do Cacém	22613	1813	2458	811	326	21294	2893	1833	930	957
São Brás de Alportel	8925	781	606	184	76	9535	992	505	267	433
São João da Madeira	17001	15828	1600	514	208	15623	1915	1234	575	705
São João da Pesqueira	6782	469	401	118	50	5866	520	345	126	268
São Pedro do Sul	13512	1113	1132	356	146	13369	1556	897	451	604
Sardoal	3621	264	156	43	19	3392	251	145	54	156
Sátão	10267	836	749	230	95	10177	1082	613	295	462
Seia	19108	1486	1907	619	250	17612	2247	1451	692	794
Seixal	102814	16039	24026	9105	3472	70854	14338	14956	6010	3141
Sernancelhe	5038	440	256	74	31	5516	479	229	114	252
Serpa	12617	890	1021	319	131	10805	1172	816	324	490
Sertão	12805	1048	1044	327	134	12622	1442	833	413	571
Sesimbra	35868	2865	4922	1694	670	28216	4208	3474	1439	1264
Setúbal	80724	6690	16693	6187	2379	59806	11441	10695	4619	2656
Silves	27639	2278	3325	1117	446	24748	3534	2420	1174	1111
Sines	11599	789	900	279	115	9638	1007	726	272	437
Sintra	226171	23150	78730	32070	11903	165790	44472	44615	22495	7275

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Sobral de Monte Agraço	8541	784	567	171	71	9184	944	475	252	417
Soure	15240	1604	1357	432	176	16158	2003	1060	606	729
Sousel	4555	320	220	63	27	4069	319	199	71	187
Tábua	9988	803	718	220	91	9792	1028	590	278	444
Tabuaço	5581	342	299	87	37	4335	347	263	79	199
Tarouca	6918	462	413	122	51	5777	509	355	123	264
Tavira	20132	1593	2063	673	271	18339	2371	1560	737	826
Terras de Bouro	6295	459	358	105	44	5752	506	311	122	263
Tomar	30024	2544	3766	1275	507	27218	4011	2715	1361	1220
Torre de Moncorvo	7324	515	450	134	56	6418	586	384	144	293
Torres Novas	27363	2640	3275	1099	439	26085	3790	2387	1274	1170
Torres Vedras	55076	5548	9387	3360	1309	52879	9712	6295	3816	2352
Trancoso	8329	768	546	164	68	9391	973	459	261	426
Trofa	28900	3266	3555	1199	478	25292	3637	2575	1214	1135
Vale de Cambra	17815	1576	1716	554	224	18100	2330	1317	722	815
Valença	11517	1199	890	276	113	10855	1179	719	327	492
Valongo	64041	8952	11780	4275	1657	44576	7736	7759	2927	1987
Valpaços	13535	1103	1135	357	146	13262	1540	900	446	600
Vendas Novas	9819	733	700	214	88	8560	860	576	226	389
Viana do Alentejo	5095	341	261	75	32	4334	347	232	79	199
Viana do Castelo	60860	5995	10910	3941	1530	55113	10262	7230	4069	2450
Vidigueira	5247	327	272	79	33	4158	329	242	74	191
Vila de Rei	3213	226	130	36	15	2930	206	123	43	135
Vila do Bispo	4704	372	231	66	28	4278	341	208	77	196
Vila do Conde	55118	49495	9398	3364	1310	44026	7609	6302	2871	1963
Vila Flor	5857	478	322	94	39	5976	533	282	129	273
Vila Franca de Xira	90145	7991	19710	7380	2827	65170	12827	12464	5278	2892
Vila Nova da Barquinha	6350	512	363	107	45	5071	428	315	100	232
Vila Nova de Cerveira	7850	772	500	150	62	7394	707	423	180	337
Vila Nova de Famalicão	88321	10982	19113	7143	2738	75834	15696	12116	6679	3359
Vila Nova de Foz Côa	6342	498	362	106	45	6216	561	314	137	284
Vila Nova de Gaia	184787	24233	58077	23224	8680	135043	33843	33714	16360	5940
Vila Nova de Paiva	4637	360	226	65	27	4561	372	204	85	209
Vila Nova de Poiares	6318	524	360	106	44	6521	598	313	148	297
Vila Pouca de Aguiar	10821	853	810	250	103	10376	1111	660	304	471
Vila Real	37408	3408	5243	1811	715	33457	5279	3682	1875	1496
Vila Real de Santo António	15176	1101	1348	429	175	11462	1268	1054	355	519
Vila Velha de Ródão	3271	207	134	37	16	2695	184	126	38	124
Vila Verde	34809	3012	4705	1614	639	31085	4787	3332	1673	1391
Vila Viçosa	7128	481	432	128	54	6012	537	370	130	274

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Vimioso	4224	374	197	56	24	4726	390	179	90	216
Vinhais	7706	628	486	145	61	7750	753	412	194	353
Viseu	67380	5860	12717	4636	1794	62495	12131	8326	4946	2774
Vizela	18430	1582	1806	585	236	14863	1792	1380	532	671
Vouzela	8851	780	599	181	75	8827	895	499	237	401

Anexo 9 – Exposição da população, em percentagem, resultante da aplicação dos modelos.

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Abrantes	79,9%	5,6%	9,9%	3,3%	1,3%	74,5%	10,5%	8,1%	3,5%	3,3%
Águeda	76,8%	7,8%	10,4%	3,6%	1,4%	73,7%	11,8%	6,9%	4,3%	3,3%
Aguiar da Beira	86,0%	8,0%	4,3%	1,2%	0,5%	83,8%	7,3%	3,2%	1,8%	3,8%
Alandroal	88,2%	5,4%	4,5%	1,3%	0,6%	83,3%	6,5%	4,9%	1,5%	3,8%
Albergaria-a-Velha	79,0%	9,4%	8,0%	2,6%	1,0%	77,2%	10,2%	5,9%	3,2%	3,5%
Albufeira	76,9%	8,9%	9,7%	3,3%	1,3%	74,6%	11,3%	6,9%	3,9%	3,3%
Alcácer do Sal	84,5%	6,5%	6,3%	1,9%	0,8%	80,3%	8,3%	5,5%	2,2%	3,6%
Alcanena	83,1%	7,7%	6,4%	2,0%	0,8%	80,1%	8,7%	5,3%	2,4%	3,6%
Alcobaça	75,7%	7,9%	11,1%	3,8%	1,5%	72,6%	12,3%	7,3%	4,6%	3,2%
Alcochete	83,7%	6,0%	7,1%	2,3%	0,9%	78,6%	8,4%	7,1%	2,3%	3,6%
Alcoutim	89,4%	5,9%	3,4%	0,9%	0,4%	85,7%	5,6%	3,6%	1,1%	4,0%
Alenquer	78,3%	6,7%	10,1%	3,4%	1,4%	74,2%	11,2%	7,4%	3,9%	3,3%
Alfândega da Fé	87,4%	6,7%	4,2%	1,2%	0,5%	84,0%	6,8%	3,8%	1,5%	3,8%
Alijó	84,9%	6,4%	6,1%	1,9%	0,8%	80,7%	8,2%	5,4%	2,2%	3,7%
Aljezur	87,4%	6,2%	4,5%	1,3%	0,6%	83,5%	6,9%	4,3%	1,6%	3,8%
Almada	68,0%	6,6%	16,6%	6,3%	2,4%	63,9%	13,1%	14,6%	5,5%	2,8%
Almeirim	81,8%	6,6%	8,0%	2,6%	1,0%	77,6%	9,8%	6,2%	3,0%	3,5%
Alpiarça	86,3%	6,5%	5,1%	1,5%	0,6%	82,5%	7,5%	4,4%	1,8%	3,8%
Alter do Chão	89,4%	5,5%	3,7%	1,0%	0,4%	85,0%	5,8%	4,1%	1,2%	3,9%
Alvaiázere	85,6%	7,5%	4,9%	1,4%	0,6%	82,8%	7,7%	3,8%	1,9%	3,8%
Alvito	75,9%	20,4%	2,7%	0,7%	0,3%	84,8%	8,3%	0,9%	2,1%	3,9%
Amadora	62,8%	13,7%	15,4%	5,9%	2,2%	63,4%	12,6%	16,0%	5,2%	2,8%
Amarante	77,1%	6,2%	11,2%	3,9%	1,5%	72,3%	11,2%	9,2%	4,0%	3,2%
Amares	82,3%	7,2%	7,3%	2,3%	0,9%	78,6%	9,2%	6,0%	2,7%	3,6%
Anadia	78,8%	8,8%	8,5%	2,8%	1,1%	76,5%	10,7%	5,9%	3,5%	3,4%
Ansião	83,9%	7,2%	6,3%	1,9%	0,8%	80,4%	8,8%	4,7%	2,5%	3,6%
Arcos de Valdevez	82,4%	6,1%	7,9%	2,6%	1,0%	77,6%	9,5%	6,5%	2,9%	3,5%
Arganil	84,6%	6,7%	6,1%	1,9%	0,8%	80,7%	8,5%	4,9%	2,3%	3,7%
Armamar	87,1%	6,3%	4,6%	1,3%	0,6%	83,2%	7,0%	4,3%	1,6%	3,8%
Arouca	81,5%	7,2%	7,8%	2,5%	1,0%	77,9%	10,0%	5,5%	3,1%	3,5%
Arraiolos	87,5%	5,4%	5,0%	1,5%	0,6%	82,4%	6,9%	5,3%	1,6%	3,8%
Arronches	89,5%	5,6%	3,5%	1,0%	0,4%	85,4%	5,7%	3,9%	1,1%	3,9%
Arruda dos Vinhos	84,0%	6,9%	6,3%	2,0%	0,8%	80,2%	8,6%	5,1%	2,4%	3,6%
Avis	88,4%	5,9%	4,1%	1,2%	0,5%	84,3%	6,3%	4,2%	1,4%	3,9%
Azambuja	81,2%	7,7%	7,7%	2,5%	1,0%	77,8%	9,3%	6,7%	2,7%	3,5%
Baião	83,8%	5,0%	7,7%	2,5%	1,0%	77,8%	8,7%	7,6%	2,4%	3,5%
Barrancos	91,1%	5,1%	2,8%	0,7%	0,3%	86,9%	4,7%	3,5%	0,8%	4,0%
Barreiro	74,0%	7,2%	12,6%	4,5%	1,8%	69,0%	10,7%	13,4%	3,8%	3,1%

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Beja	80,4%	5,6%	9,5%	3,2%	1,3%	75,1%	10,3%	7,9%	3,3%	3,4%
Belmonte	86,6%	6,6%	4,8%	1,4%	0,6%	83,0%	7,3%	4,2%	1,7%	3,8%
Benavente	80,9%	6,4%	8,7%	2,9%	1,1%	76,3%	9,9%	7,2%	3,1%	3,4%
Bombarral	82,6%	8,5%	6,2%	1,9%	0,8%	80,3%	8,7%	4,9%	2,4%	3,6%
Borba	87,0%	5,9%	5,0%	1,5%	0,6%	82,6%	7,1%	4,8%	1,7%	3,8%
Boticas	86,8%	7,0%	4,4%	1,3%	0,5%	83,6%	7,1%	3,8%	1,7%	3,8%
Braga	66,4%	8,3%	16,5%	6,3%	2,4%	64,4%	14,4%	12,0%	6,4%	2,8%
Bragança	79,3%	7,0%	9,3%	3,1%	1,2%	75,4%	11,1%	6,3%	3,8%	3,4%
Cabeceiras de Basto	84,1%	5,7%	7,0%	2,2%	0,9%	79,0%	8,6%	6,4%	2,4%	3,6%
Cadaval	83,8%	6,8%	6,5%	2,0%	0,8%	80,0%	8,8%	5,1%	2,5%	3,6%
Caldas da Rainha	77,0%	7,0%	10,8%	3,7%	1,5%	73,2%	11,8%	7,6%	4,2%	3,3%
Caminha	82,9%	7,1%	6,9%	2,2%	0,9%	79,1%	8,7%	6,1%	2,4%	3,6%
Campo Maior	86,3%	6,2%	5,3%	1,6%	0,7%	82,1%	7,5%	4,8%	1,9%	3,7%
Cantanhede	78,3%	7,9%	9,4%	3,1%	1,3%	75,2%	11,6%	5,8%	4,0%	3,4%
Carrazeda de Ansiães	87,0%	6,4%	4,7%	1,4%	0,6%	83,2%	7,1%	4,2%	1,7%	3,8%
Carregal do Sal	85,1%	6,9%	5,6%	1,7%	0,7%	81,6%	8,1%	4,5%	2,1%	3,7%
Cartaxo	80,7%	7,7%	8,0%	2,6%	1,1%	77,2%	9,6%	6,7%	2,9%	3,5%
Castelo Branco	77,2%	6,2%	11,2%	3,9%	1,5%	72,6%	11,8%	8,1%	4,3%	3,2%
Castelo de Paiva	84,3%	5,5%	7,0%	2,2%	0,9%	79,0%	8,5%	6,6%	2,4%	3,6%
Castelo de Vide	89,2%	5,8%	3,6%	1,0%	0,4%	85,2%	5,8%	3,8%	1,2%	3,9%
Castro Daire	83,9%	6,4%	6,7%	2,1%	0,9%	79,6%	8,8%	5,5%	2,5%	3,6%
Castro Marim	86,8%	6,4%	4,8%	1,4%	0,6%	83,0%	7,1%	4,4%	1,7%	3,8%
Castro Verde	86,2%	6,9%	4,9%	1,4%	0,6%	82,7%	7,4%	4,3%	1,8%	3,8%
Celorico da Beira	86,0%	6,8%	5,0%	1,5%	0,6%	82,5%	7,5%	4,4%	1,8%	3,8%
Celorico de Basto	83,3%	5,7%	7,6%	2,4%	1,0%	78,1%	8,9%	7,0%	2,5%	3,5%
Chamusca	85,9%	5,9%	5,7%	1,7%	0,7%	81,3%	7,7%	5,3%	2,0%	3,7%
Chaves	78,9%	6,5%	10,0%	3,4%	1,3%	74,5%	11,2%	7,1%	3,8%	3,3%
Cinfães	84,1%	4,8%	7,7%	2,5%	1,0%	77,6%	8,5%	8,0%	2,4%	3,5%
Coimbra	68,8%	7,8%	15,4%	5,8%	2,2%	66,2%	14,0%	10,7%	6,1%	2,9%
Condeixa-a-Nova	81,9%	8,1%	6,9%	2,2%	0,9%	79,1%	9,0%	5,7%	2,6%	3,6%
Constância	88,1%	6,5%	3,8%	1,1%	0,5%	84,7%	6,1%	4,0%	1,3%	3,9%
Coruche	82,7%	6,4%	7,5%	2,4%	1,0%	78,3%	9,4%	5,9%	2,8%	3,5%
Covilhã	78,4%	5,4%	11,0%	3,8%	1,5%	72,8%	11,0%	9,1%	3,8%	3,3%
Crato	89,0%	5,8%	3,7%	1,0%	0,4%	85,0%	5,9%	4,0%	1,2%	3,9%
Cuba	89,2%	4,8%	4,2%	1,2%	0,5%	83,8%	6,0%	5,1%	1,3%	3,9%
Elvas	82,7%	5,7%	8,0%	2,6%	1,0%	77,3%	9,2%	7,3%	2,7%	3,5%
Entroncamento	76,4%	13,5%	7,0%	2,2%	0,9%	77,9%	8,8%	7,3%	2,5%	3,5%
Espinho	74,0%	13,9%	8,3%	2,7%	1,1%	75,3%	9,4%	9,1%	2,9%	3,4%
Esposende	77,6%	9,2%	9,0%	3,0%	1,2%	75,5%	10,5%	7,2%	3,4%	3,4%
Estarreja	74,9%	13,8%	7,8%	2,5%	1,0%	76,8%	10,2%	6,2%	3,3%	3,5%
Estremoz	84,4%	6,1%	6,6%	2,0%	0,8%	79,8%	8,5%	5,7%	2,3%	3,6%

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Évora	77,2%	6,1%	11,3%	3,9%	1,5%	72,5%	11,7%	8,3%	4,2%	3,2%
Fafe	77,7%	6,4%	10,8%	3,7%	1,5%	73,1%	11,3%	8,4%	3,9%	3,3%
Faro	75,3%	7,3%	11,7%	4,1%	1,6%	71,8%	12,3%	8,2%	4,6%	3,2%
Felgueiras	76,7%	6,5%	11,3%	3,9%	1,6%	72,3%	11,7%	8,5%	4,2%	3,2%
Ferreira do Zêzere	85,3%	7,2%	5,3%	1,6%	0,7%	82,1%	8,0%	4,1%	2,0%	3,7%
Figueira da Foz	75,6%	7,3%	11,5%	4,0%	1,6%	72,1%	12,4%	7,7%	4,6%	3,2%
Figueira de Castelo Rodrigo	86,9%	6,6%	4,6%	1,3%	0,6%	83,3%	7,1%	4,1%	1,7%	3,8%
Fornos de Algodres	87,5%	6,6%	4,2%	1,2%	0,5%	84,1%	6,7%	3,8%	1,5%	3,9%
Freixo de Espada à Cinta	88,9%	5,9%	3,8%	1,0%	0,4%	84,9%	6,0%	3,9%	1,3%	3,9%
Fronteira	89,1%	5,9%	3,6%	1,0%	0,4%	85,2%	5,9%	3,8%	1,2%	3,9%
Fundão	80,8%	6,5%	8,7%	2,9%	1,2%	76,4%	10,3%	6,5%	3,3%	3,4%
Gavião	89,2%	5,3%	3,9%	1,1%	0,5%	84,5%	5,9%	4,4%	1,2%	3,9%
Góis	88,0%	6,5%	3,9%	1,1%	0,5%	84,6%	6,4%	3,7%	1,4%	3,9%
Golegã	87,4%	6,5%	4,4%	1,3%	0,5%	83,7%	6,6%	4,3%	1,5%	3,8%
Gondomar	69,3%	5,3%	16,6%	6,3%	2,4%	64,2%	13,1%	14,3%	5,5%	2,8%
Gouveia	84,2%	6,5%	6,5%	2,0%	0,8%	80,0%	8,7%	5,3%	2,4%	3,6%
Grândola	84,3%	6,1%	6,7%	2,1%	0,9%	79,6%	8,4%	6,0%	2,3%	3,6%
Guarda	78,3%	6,9%	10,0%	3,4%	1,4%	74,4%	11,5%	6,9%	4,0%	3,3%
Guimarães	68,2%	7,6%	15,9%	6,0%	2,3%	65,3%	13,7%	12,2%	5,9%	2,9%
Idanha-a-Nova	86,2%	5,8%	5,6%	1,7%	0,7%	81,4%	7,6%	5,4%	1,9%	3,7%
Lagoa	80,1%	8,7%	7,7%	2,5%	1,0%	77,7%	9,9%	5,8%	3,1%	3,5%
Lagos	80,5%	6,5%	8,9%	3,0%	1,2%	75,9%	10,1%	7,3%	3,2%	3,4%
Lamego	82,1%	5,5%	8,5%	2,8%	1,1%	76,6%	9,5%	7,5%	2,9%	3,5%
Loulé	74,9%	7,1%	12,1%	4,3%	1,7%	71,2%	12,7%	7,9%	4,9%	3,2%
Loures	64,5%	9,5%	17,0%	6,6%	2,5%	63,4%	14,7%	12,4%	6,7%	2,8%
Lourinhã	80,4%	7,6%	8,2%	2,7%	1,1%	77,1%	10,1%	6,1%	3,2%	3,5%
Lousã	83,6%	6,1%	7,1%	2,3%	0,9%	78,9%	8,9%	6,1%	2,5%	3,6%
Lousada	78,6%	5,8%	10,6%	3,6%	1,4%	73,3%	10,7%	9,1%	3,6%	3,3%
Mação	86,5%	6,5%	5,0%	1,5%	0,6%	82,7%	7,4%	4,4%	1,8%	3,8%
Macedo de Cavaleiros	83,2%	7,0%	6,8%	2,1%	0,9%	79,5%	9,2%	5,1%	2,6%	3,6%
Mafra	74,0%	7,4%	12,4%	4,4%	1,7%	70,7%	12,8%	8,4%	5,0%	3,1%
Maia	68,9%	8,4%	15,0%	5,6%	2,1%	66,3%	13,2%	12,0%	5,5%	2,9%
Mangualde	81,7%	7,6%	7,4%	2,4%	1,0%	78,4%	9,8%	5,2%	3,0%	3,5%
Manteigas	89,8%	5,2%	3,6%	1,0%	0,4%	85,1%	5,6%	4,3%	1,1%	3,9%
Marco de Canaveses	77,7%	6,0%	11,0%	3,8%	1,5%	72,6%	11,1%	9,1%	3,9%	3,3%
Marinha Grande	78,5%	7,3%	9,6%	3,2%	1,3%	74,9%	11,0%	7,1%	3,7%	3,4%
Marvão	88,9%	6,1%	3,6%	1,0%	0,4%	85,2%	6,0%	3,7%	1,2%	3,9%
Mêda	86,3%	7,7%	4,2%	1,2%	0,5%	84,0%	7,2%	3,3%	1,7%	3,8%
Melgaço	85,2%	7,1%	5,4%	1,6%	0,7%	81,9%	8,1%	4,3%	2,1%	3,7%
Mértola	87,0%	6,0%	5,0%	1,5%	0,6%	82,6%	7,1%	4,7%	1,7%	3,8%
Mesão Frio	90,1%	4,2%	4,1%	1,2%	0,5%	83,7%	5,5%	5,8%	1,1%	3,9%

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Mira	84,5%	6,7%	6,2%	1,9%	0,8%	80,6%	8,5%	5,0%	2,3%	3,7%
Miranda do Corvo	84,7%	6,2%	6,3%	1,9%	0,8%	80,3%	8,4%	5,4%	2,3%	3,6%
Miranda do Douro	84,6%	8,4%	4,9%	1,4%	0,6%	82,7%	8,1%	3,4%	2,1%	3,8%
Mogadouro	84,1%	8,2%	5,4%	1,6%	0,7%	81,7%	8,5%	3,7%	2,3%	3,7%
Moita	76,8%	5,3%	12,0%	4,2%	1,7%	70,5%	10,6%	12,1%	3,6%	3,2%
Monchique	83,4%	10,5%	4,4%	1,3%	0,5%	83,3%	8,3%	2,5%	2,2%	3,8%
Mondim de Basto	87,3%	5,6%	5,0%	1,5%	0,6%	82,4%	7,0%	5,1%	1,7%	3,8%
Monforte	89,8%	5,2%	3,6%	1,0%	0,4%	85,2%	5,6%	4,2%	1,1%	3,9%
Montalegre	84,6%	7,3%	5,7%	1,7%	0,7%	81,3%	8,4%	4,4%	2,2%	3,7%
Montemor-o-Novo	83,7%	6,0%	7,1%	2,2%	0,9%	78,9%	8,9%	6,1%	2,5%	3,6%
Montijo	78,5%	5,3%	10,9%	3,8%	1,5%	72,7%	10,7%	9,7%	3,6%	3,3%
Mora	88,2%	5,9%	4,2%	1,2%	0,5%	84,0%	6,5%	4,3%	1,4%	3,9%
Mortágua	83,7%	8,5%	5,4%	1,6%	0,7%	81,7%	8,6%	3,7%	2,3%	3,7%
Mourão	90,4%	5,1%	3,3%	0,9%	0,4%	85,8%	5,2%	4,0%	1,0%	4,0%
Murça	87,2%	6,4%	4,5%	1,3%	0,6%	83,5%	7,0%	4,2%	1,6%	3,8%
Nazaré	83,6%	6,8%	6,7%	2,1%	0,9%	79,5%	8,5%	6,1%	2,3%	3,6%
Nelas	84,1%	6,6%	6,5%	2,0%	0,8%	80,0%	8,7%	5,2%	2,4%	3,6%
Nisa	87,1%	5,7%	5,0%	1,5%	0,6%	82,5%	7,1%	5,0%	1,7%	3,8%
Óbidos	83,8%	7,7%	6,0%	1,8%	0,8%	80,8%	8,6%	4,6%	2,3%	3,7%
Odemira	81,6%	6,2%	8,3%	2,7%	1,1%	77,0%	9,9%	6,6%	3,1%	3,5%
Odivelas	67,1%	10,0%	15,0%	5,7%	2,2%	65,5%	12,9%	13,4%	5,3%	2,9%
Oleiros	87,6%	6,1%	4,5%	1,3%	0,5%	83,5%	6,8%	4,3%	1,5%	3,8%
Olhão	79,2%	5,4%	10,4%	3,6%	1,4%	73,3%	10,3%	9,8%	3,4%	3,3%
Oliveira de Azeméis	75,0%	7,2%	12,0%	4,2%	1,7%	71,3%	12,3%	8,5%	4,6%	3,2%
Oliveira de Frades	84,4%	7,6%	5,6%	1,7%	0,7%	81,4%	8,3%	4,4%	2,2%	3,7%
Oliveira do Hospital	82,4%	6,6%	7,6%	2,4%	1,0%	78,1%	9,6%	5,9%	2,9%	3,5%
Paços de Ferreira	76,7%	6,7%	11,2%	3,9%	1,5%	72,3%	11,2%	9,3%	3,9%	3,2%
Palmela	75,3%	7,6%	11,5%	4,0%	1,6%	71,8%	11,8%	8,8%	4,3%	3,2%
Pampilhosa da Serra	89,1%	5,2%	4,1%	1,1%	0,5%	84,2%	6,0%	4,6%	1,3%	3,9%
Paredes de Coura	85,1%	7,2%	5,4%	1,6%	0,7%	81,8%	7,9%	4,5%	2,0%	3,7%
Penacova	82,7%	7,8%	6,6%	2,1%	0,8%	79,7%	9,0%	5,1%	2,6%	3,6%
Penafiel	74,9%	6,9%	12,2%	4,3%	1,7%	70,8%	11,9%	9,8%	4,4%	3,2%
Penalva do Castelo	85,8%	6,9%	5,1%	1,5%	0,6%	82,4%	7,7%	4,2%	1,9%	3,8%
Penamacor	87,4%	6,3%	4,5%	1,3%	0,5%	83,6%	6,8%	4,2%	1,6%	3,8%
Penedono	87,7%	7,7%	3,3%	0,9%	0,4%	85,8%	6,2%	2,7%	1,3%	3,9%
Penela	86,7%	7,0%	4,5%	1,3%	0,6%	83,5%	7,2%	3,8%	1,7%	3,8%
Peniche	81,2%	6,3%	8,6%	2,8%	1,1%	76,4%	9,6%	7,7%	2,9%	3,4%
Peso da Régua	84,8%	4,9%	7,2%	2,3%	0,9%	78,6%	8,2%	7,4%	2,2%	3,6%
Pinhel	83,9%	8,4%	5,4%	1,6%	0,7%	81,7%	8,6%	3,7%	2,3%	3,7%
Ponte da Barca	85,1%	6,2%	6,1%	1,9%	0,8%	80,6%	8,2%	5,4%	2,2%	3,7%
Ponte de Lima	78,2%	6,9%	10,1%	3,4%	1,4%	74,2%	11,2%	7,4%	3,9%	3,3%

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Ponte de Sor	84,0%	5,8%	7,0%	2,2%	0,9%	79,1%	8,7%	6,2%	2,4%	3,6%
Portalegre	82,1%	5,9%	8,2%	2,7%	1,1%	77,1%	9,6%	6,8%	2,9%	3,5%
Póvoa de Varzim	73,4%	9,8%	11,3%	4,0%	1,6%	71,6%	11,6%	9,4%	4,2%	3,2%
Portel	88,2%	5,1%	4,8%	1,4%	0,6%	82,8%	6,5%	5,4%	1,5%	3,8%
Portimão	77,2%	6,2%	11,2%	3,9%	1,5%	72,5%	11,4%	8,7%	4,1%	3,2%
Proença-a-Nova	86,4%	6,1%	5,2%	1,6%	0,6%	82,2%	7,5%	4,8%	1,8%	3,7%
Redondo	87,3%	5,7%	4,9%	1,4%	0,6%	82,7%	7,0%	4,9%	1,6%	3,8%
Reguengos de Monsaraz	86,0%	5,6%	5,9%	1,8%	0,7%	80,9%	7,7%	5,7%	2,0%	3,7%
Resende	86,3%	5,1%	6,0%	1,8%	0,8%	80,5%	7,5%	6,4%	1,9%	3,7%
Ribeira de Pena	87,4%	5,9%	4,7%	1,4%	0,6%	83,0%	6,9%	4,6%	1,6%	3,8%
Rio Maior	82,1%	6,9%	7,6%	2,4%	1,0%	78,1%	9,6%	6,0%	2,9%	3,5%
Sabrosa	87,4%	6,0%	4,7%	1,4%	0,6%	83,2%	6,9%	4,5%	1,6%	3,8%
Sabugal	84,3%	6,8%	6,2%	1,9%	0,8%	80,5%	8,6%	4,9%	2,3%	3,7%
Salvaterra de Magos	82,4%	6,3%	7,8%	2,5%	1,0%	77,8%	9,5%	6,4%	2,8%	3,5%
Santa Comba Dão	82,9%	8,8%	5,9%	1,8%	0,7%	80,9%	8,6%	4,5%	2,3%	3,7%
Santa Maria da Feira	68,9%	8,0%	15,2%	5,7%	2,2%	66,4%	13,9%	10,8%	5,9%	2,9%
Santa Marta de Penaguião	87,5%	5,2%	5,1%	1,5%	0,6%	82,2%	6,9%	5,5%	1,6%	3,8%
Santarém	75,9%	6,9%	11,6%	4,1%	1,6%	71,9%	11,9%	8,6%	4,4%	3,2%
Santiago do Cacém	80,7%	6,5%	8,8%	2,9%	1,2%	76,3%	10,4%	6,6%	3,3%	3,4%
São Brás de Alportel	84,4%	7,4%	5,7%	1,7%	0,7%	81,3%	8,5%	4,3%	2,3%	3,7%
São João da Madeira	48,4%	45,0%	4,6%	1,5%	0,6%	77,9%	9,6%	6,2%	2,9%	3,5%
São João da Pesqueira	86,7%	6,0%	5,1%	1,5%	0,6%	82,3%	7,3%	4,8%	1,8%	3,8%
São Pedro do Sul	83,1%	6,8%	7,0%	2,2%	0,9%	79,2%	9,2%	5,3%	2,7%	3,6%
Sardoal	88,3%	6,4%	3,8%	1,1%	0,5%	84,9%	6,3%	3,6%	1,3%	3,9%
Sátão	84,3%	6,9%	6,1%	1,9%	0,8%	80,6%	8,6%	4,9%	2,3%	3,7%
Seia	81,8%	6,4%	8,2%	2,7%	1,1%	77,3%	9,9%	6,4%	3,0%	3,5%
Seixal	66,1%	10,3%	15,5%	5,9%	2,2%	64,8%	13,1%	13,7%	5,5%	2,9%
Sernancelhe	86,3%	7,5%	4,4%	1,3%	0,5%	83,7%	7,3%	3,5%	1,7%	3,8%
Serpa	84,2%	5,9%	6,8%	2,1%	0,9%	79,4%	8,6%	6,0%	2,4%	3,6%
Sertão	83,4%	6,8%	6,8%	2,1%	0,9%	79,5%	9,1%	5,2%	2,6%	3,6%
Sesimbra	77,9%	6,2%	10,7%	3,7%	1,5%	73,1%	10,9%	9,0%	3,7%	3,3%
Setúbal	71,6%	5,9%	14,8%	5,5%	2,1%	67,0%	12,8%	12,0%	5,2%	3,0%
Silves	79,4%	6,5%	9,6%	3,2%	1,3%	75,0%	10,7%	7,3%	3,6%	3,4%
Sines	84,8%	5,8%	6,6%	2,0%	0,8%	79,8%	8,3%	6,0%	2,2%	3,6%
Sintra	60,8%	6,2%	21,2%	8,6%	3,2%	58,2%	15,6%	15,7%	7,9%	2,6%
Sobral de Monte Agraço	84,3%	7,7%	5,6%	1,7%	0,7%	81,5%	8,4%	4,2%	2,2%	3,7%
Soure	81,0%	8,5%	7,2%	2,3%	0,9%	78,6%	9,7%	5,2%	2,9%	3,5%
Sousel	87,9%	6,2%	4,2%	1,2%	0,5%	84,0%	6,6%	4,1%	1,5%	3,9%
Tábua	84,5%	6,8%	6,1%	1,9%	0,8%	80,7%	8,5%	4,9%	2,3%	3,7%
Tabuaço	88,0%	5,4%	4,7%	1,4%	0,6%	83,0%	6,7%	5,0%	1,5%	3,8%
Tarouca	86,8%	5,8%	5,2%	1,5%	0,6%	82,2%	7,2%	5,0%	1,7%	3,8%

Município	Nº de pessoas expostas - Indicador L_{den}					Nº de pessoas expostas - Indicador L_n				
	< 55	55-60	60-65	65-70	> 70	< 45	45-50	50-55	55-60	> 60
Tavira	81,4%	6,4%	8,3%	2,7%	1,1%	76,9%	9,9%	6,5%	3,1%	3,5%
Terras de Bouro	86,7%	6,3%	4,9%	1,4%	0,6%	82,7%	7,3%	4,5%	1,8%	3,8%
Tomar	78,8%	6,7%	9,9%	3,3%	1,3%	74,5%	11,0%	7,4%	3,7%	3,3%
Torre de Moncorvo	86,4%	6,1%	5,3%	1,6%	0,7%	82,0%	7,5%	4,9%	1,8%	3,7%
Torres Novas	78,6%	7,6%	9,4%	3,2%	1,3%	75,2%	10,9%	6,9%	3,7%	3,4%
Torres Vedras	73,7%	7,4%	12,6%	4,5%	1,8%	70,5%	12,9%	8,4%	5,1%	3,1%
Trancoso	84,3%	7,8%	5,5%	1,7%	0,7%	81,6%	8,4%	4,0%	2,3%	3,7%
Trofa	77,3%	8,7%	9,5%	3,2%	1,3%	74,7%	10,7%	7,6%	3,6%	3,4%
Vale de Cambra	81,4%	7,2%	7,8%	2,5%	1,0%	77,7%	10,0%	5,7%	3,1%	3,5%
Valença	82,3%	8,6%	6,4%	2,0%	0,8%	80,0%	8,7%	5,3%	2,4%	3,6%
Valongo	70,6%	9,9%	13,0%	4,7%	1,8%	68,6%	11,9%	11,9%	4,5%	3,1%
Valpaços	83,2%	6,8%	7,0%	2,2%	0,9%	79,2%	9,2%	5,4%	2,7%	3,6%
Vendas Novas	85,0%	6,3%	6,1%	1,9%	0,8%	80,7%	8,1%	5,4%	2,1%	3,7%
Viana do Alentejo	87,8%	5,9%	4,5%	1,3%	0,5%	83,5%	6,7%	4,5%	1,5%	3,8%
Viana do Castelo	73,1%	7,2%	13,1%	4,7%	1,8%	69,7%	13,0%	9,1%	5,1%	3,1%
Vidigueira	88,1%	5,5%	4,6%	1,3%	0,6%	83,3%	6,6%	4,8%	1,5%	3,8%
Vila de Rei	88,7%	6,3%	3,6%	1,0%	0,4%	85,3%	6,0%	3,6%	1,2%	3,9%
Vila do Bispo	87,1%	6,9%	4,3%	1,2%	0,5%	83,9%	6,7%	4,1%	1,5%	3,8%
Vila do Conde	74,8%	6,1%	12,8%	4,6%	1,8%	70,1%	12,1%	10,0%	4,6%	3,1%
Vila Flor	86,3%	7,0%	4,7%	1,4%	0,6%	83,1%	7,4%	3,9%	1,8%	3,8%
Vila Franca de Xira	70,4%	6,2%	15,4%	5,8%	2,2%	66,1%	13,0%	12,6%	5,4%	2,9%
Vila Nova da Barquinha	86,1%	6,9%	4,9%	1,4%	0,6%	82,5%	7,0%	5,1%	1,6%	3,8%
Vila Nova de Cerveira	84,1%	8,3%	5,4%	1,6%	0,7%	81,8%	7,8%	4,7%	2,0%	3,7%
Vila Nova de Famalicão	68,8%	8,6%	14,9%	5,6%	2,1%	66,7%	13,8%	10,7%	5,9%	3,0%
Vila Nova de Foz Côa	86,2%	6,8%	4,9%	1,4%	0,6%	82,7%	7,5%	4,2%	1,8%	3,8%
Vila Nova de Gaia	61,8%	8,1%	19,4%	7,8%	2,9%	60,0%	15,0%	15,0%	7,3%	2,6%
Vila Nova de Paiva	87,2%	6,8%	4,3%	1,2%	0,5%	84,0%	6,8%	3,8%	1,6%	3,8%
Vila Nova de Poiares	85,9%	7,1%	4,9%	1,4%	0,6%	82,8%	7,6%	4,0%	1,9%	3,8%
Vila Pouca de Aguiar	84,3%	6,6%	6,3%	1,9%	0,8%	80,3%	8,6%	5,1%	2,4%	3,6%
Vila Real	77,0%	7,0%	10,8%	3,7%	1,5%	73,1%	11,5%	8,0%	4,1%	3,3%
Vila Real de Santo António	83,3%	6,0%	7,4%	2,4%	1,0%	78,2%	8,7%	7,2%	2,4%	3,5%
Vila Velha de Ródão	89,2%	5,7%	3,6%	1,0%	0,4%	85,1%	5,8%	4,0%	1,2%	3,9%
Vila Verde	77,7%	6,7%	10,5%	3,6%	1,4%	73,5%	11,3%	7,9%	4,0%	3,3%
Vila Viçosa	86,7%	5,9%	5,3%	1,6%	0,7%	82,1%	7,3%	5,0%	1,8%	3,7%
Vimioso	86,7%	7,7%	4,0%	1,1%	0,5%	84,4%	7,0%	3,2%	1,6%	3,9%
Vinhais	85,4%	7,0%	5,4%	1,6%	0,7%	81,9%	8,0%	4,4%	2,0%	3,7%
Viseu	72,9%	6,3%	13,8%	5,0%	1,9%	68,9%	13,4%	9,2%	5,5%	3,1%
Vizela	81,4%	7,0%	8,0%	2,6%	1,0%	77,3%	9,3%	7,2%	2,8%	3,5%
Vouzela	84,4%	7,4%	5,7%	1,7%	0,7%	81,3%	8,2%	4,6%	2,2%	3,7%